

# Universidad de Cádiz

## Proyectos fin de carrera de Ingeniería Industrial

**Centro:** ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS

**Titulación:** Ingeniería Industrial

**Título:** Aplicación de la Metodología RBI en el Parque Tanques de la Planta de Distribución de Refinería Gibraltar-San Roque

**Autor:** José Antonio González Jiménez

**Fecha:** Junio 2013



**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS**

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RBI EN EL  
PARQUE DE TANQUES DE LA PLANTA DE  
DISTRIBUCIÓN DE LA REFINERÍA  
GIBRALTAR-SAN ROQUE

Titulación: Ingeniería Industrial

Alumno: José Antonio González Jiménez

Mayo, 2013



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RBI EN EL PARQUE DE  
TANQUES DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LA  
REFINERÍA GIBRALTAR-SAN ROQUE

Titulación: Ingeniería Industrial

Alumno: José Antonio González Jiménez

Tutor: Juan Díaz Navarro

Mayo, 2013

# ÍNDICE



CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN .....	1
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES .....	2
2.1.    Características de CEPSA y de la Refinería “Gibraltar San-Roque” .....	2
2.1.1.    Grupo CEPSA .....	2
2.1.2.    Refinería “Gibraltar-San Roque” .....	3
2.2.    Descripción de la Planta de Distribución .....	6
2.2.1.    Organización de la Refinería .....	6
2.2.2.    Actividades de la Planta de Distribución.....	6
2.3.    Los tanques de almacenamiento. Tipos y funciones.....	9
2.3.1.    Tanques de techo fijo .....	9
2.3.2.    Tanques de techo flotante .....	12
2.3.3.    Tanques con pantalla flotante.....	18
2.3.4.    Las funciones de los tanques de almacenamiento .....	21
2.4.    Plan de Mantenimiento e Inspección actual.....	22
2.4.1.    Inspecciones Preventivas de Seguridad.....	22
2.4.2.    Inspecciones de Mantenimiento Preventivo.....	23
2.4.3.    Revisiones de Mantenimiento Preventivo .....	27
2.4.4.    Elaboración del Plan de Inspección y Mantenimiento.....	28
CAPÍTULO 3. OBJETIVOS .....	30
3.1.    Objetivos y alcance .....	30
CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
4.1.    Introducción.....	32
4.2.    Risk Based Inspection (RBI).....	34
4.3.    Sistema de Mantenimiento y Gestión de la Integridad: SIMATIG .....	38
4.3.1.    Propósito.....	39
4.3.2.    Descripción de los componentes relacionados con la integridad.....	40
4.3.3.    Mecanismos de fallo .....	41
4.3.3.1. Corrosión .....	42
4.3.3.2. Sobreesfuerzo .....	47

4.4.	Descripción del modelo de RBI.....	50
4.4.1.	Datos de partida.....	51
4.4.2.	Factor y Clasificación de Probabilidad .....	54
4.4.3.	Factor y Clasificación de Consecuencia .....	56
4.4.4.	Clasificación del Riesgo .....	60
4.4.5.	Identificación de la próxima “intervención mayor” .....	61
4.5.	Modificaciones introducidas en la aplicación “SIMAGIT” ...	65
CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....		67
5.1.	Aplicación de la evaluación al tanque YT-101 .....	67
5.2.	Tanques objeto de la evaluación .....	82
5.2.1.	Tanques del Sistema de Crudo .....	82
5.2.2.	Tanques del Sistema de F.O.....	86
5.2.3.	Tanques del Sistema de Keroseno .....	91
5.2.4.	Tanques del Sistema de Gasoil .....	94
5.2.5.	Tanques del Sistema de Azufre.....	102
5.2.6.	Tanques del Sistema de Gasolina .....	102
5.2.7.	Tanques del Sistema de Nafta.....	105
5.2.8.	Tanques del Sistema de Aromáticos .....	110
5.2.9.	Tanques del Sistema de Deslastres.....	121
5.3.	Resumen de los resultados.....	124
5.4.	Plan de Inspección y Mantenimiento resultante.....	129
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN .....		131
6.1.	Análisis de los resultados obtenidos.....	131
6.2.	Análisis de los componentes de los tanques evaluados.....	134
6.3.	Análisis de los sistemas de productos de los tanques evaluados.....	138
6.4.	Análisis de la clasificación del riesgo de los tanques evaluados.....	139
CAPÍTULO 7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....		141
7.1.	Conclusiones .....	141
7.2.	Recomendaciones.....	146

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA.....	148
CAPÍTULO 9. ANEXO .....	149
9.1.    Secciones utilizadas del código API 653 .....	149
9.2.    Secciones utilizadas de la norma EEMUA 159 VOL 2 .....	152
9.3.    Guía de aplicación de SIMAGIT.....	159

El presente Trabajo Fin de Carrera (TFC) tiene por objeto, por un lado, cumplimentar el requisito final para obtener, por parte del alumno, la titulación de Ingeniero Industrial, y por otro, realizar la aplicación de la metodología RBI, para poder establecer un plan de inspecciones basado en el riesgo, en el parque de tanques de la Planta de Distribución de la Refinería Gibraltar-San Roque.

En la Refinería Gibraltar-San Roque existe un parque de tanques de almacenamiento de más de 300 tanques, siendo equipos críticos desde el punto de vista de la seguridad, el medioambiente y la planificación de la producción. El mantenimiento de tanques, como en cualquier refinería, supone una parte importante del presupuesto total de mantenimiento, normalmente superior al 50% del presupuesto anual.

Por tal motivo se hace necesario establecer unos criterios rigurosos de inspección y mantenimiento que permitan garantizar la seguridad y la disponibilidad de uso de dichos equipos, optimizando así el coste del ciclo de vida.

Se trata de establecer la estrategia óptima de mantenimiento e inspección y determinar cuándo dejar fuera de servicio el tanque para realizar su revisión y reparación.

Para ello, se pretende aplicar la metodología RBI (Inspección Basada en el Riesgo), técnica que se utiliza para establecer un factor de riesgo sobre la base de la probabilidad de fallo y sus consecuencias.

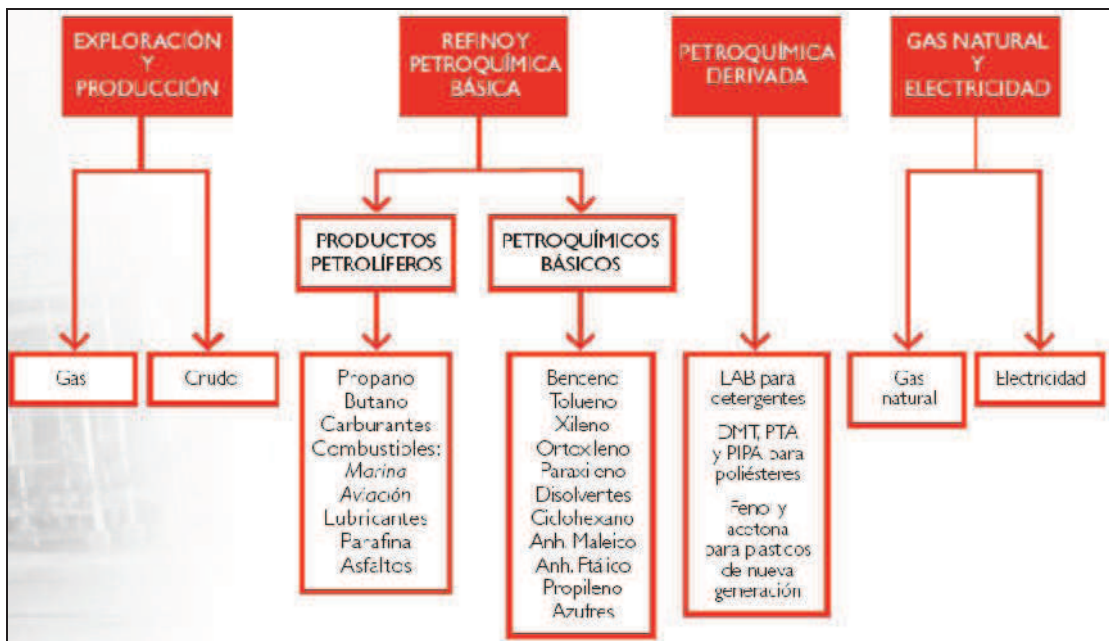
La aplicación se realizará mediante un programa informático denominado “SIMAGIT”, que se ha decidido implantar en la Refinería.

## 2. 1. Características del grupo Cepsa y de la Refinería Gibraltar-San Roque

### 2. 1. 1. Grupo CEPSA

CEPSA o Compañía Española de Petróleos S.A.U., fundada en 1929, con sede en Madrid (España), está participada al 100% por la empresa International Petroleum Investment Company, IPIC.

Se trata de un grupo energético integrado por alrededor de cuarenta empresas, presente en todas las fases de la cadena de valor del petróleo, realizando actividades de exploración y producción de petróleo y gas natural; refino, transporte y comercialización de derivados petrolíferos y de gas; petroquímica; cogeneración; y comercialización de biocarburantes y de energía eléctrica.



**Figura 2.1** Negocio de CEPSA

A través de una progresiva internacionalización de sus actividades, está presente en Argelia, Marruecos, Brasil, Canadá, Colombia, Egipto, Panamá, Perú, Holanda, Bélgica, Gran Bretaña, Italia y Portugal, comercializando sus productos en todo el mundo.

En lo que a la actividad del Refino se refiere, CEPSA cuenta en España con tres refinerías de petróleo, las cuales destilaron durante 2010 un total de 21,6 millones de toneladas de petróleo. Estas plantas representan más de un tercio de la capacidad nacional de destilación.

### 2. 1. 2. Refinería “Gibraltar-San Roque”

Una de las tres refinerías del Grupo CEPSA está ubicada en el Campo de Gibraltar, en la provincia de Cádiz (España), con el nombre de **Refinería “Gibraltar- San Roque”**, lugar donde se ha realizado la práctica que este documento expone.

La refinería ocupa una superficie de 1,5 millones de m<sup>2</sup> y emplea directamente a más de 1.000 personas con contratos fijos y un número muy superior si se tiene en cuenta a las empresas auxiliares, así como al empleo indirecto que este tipo de industrias generan en la comarca.

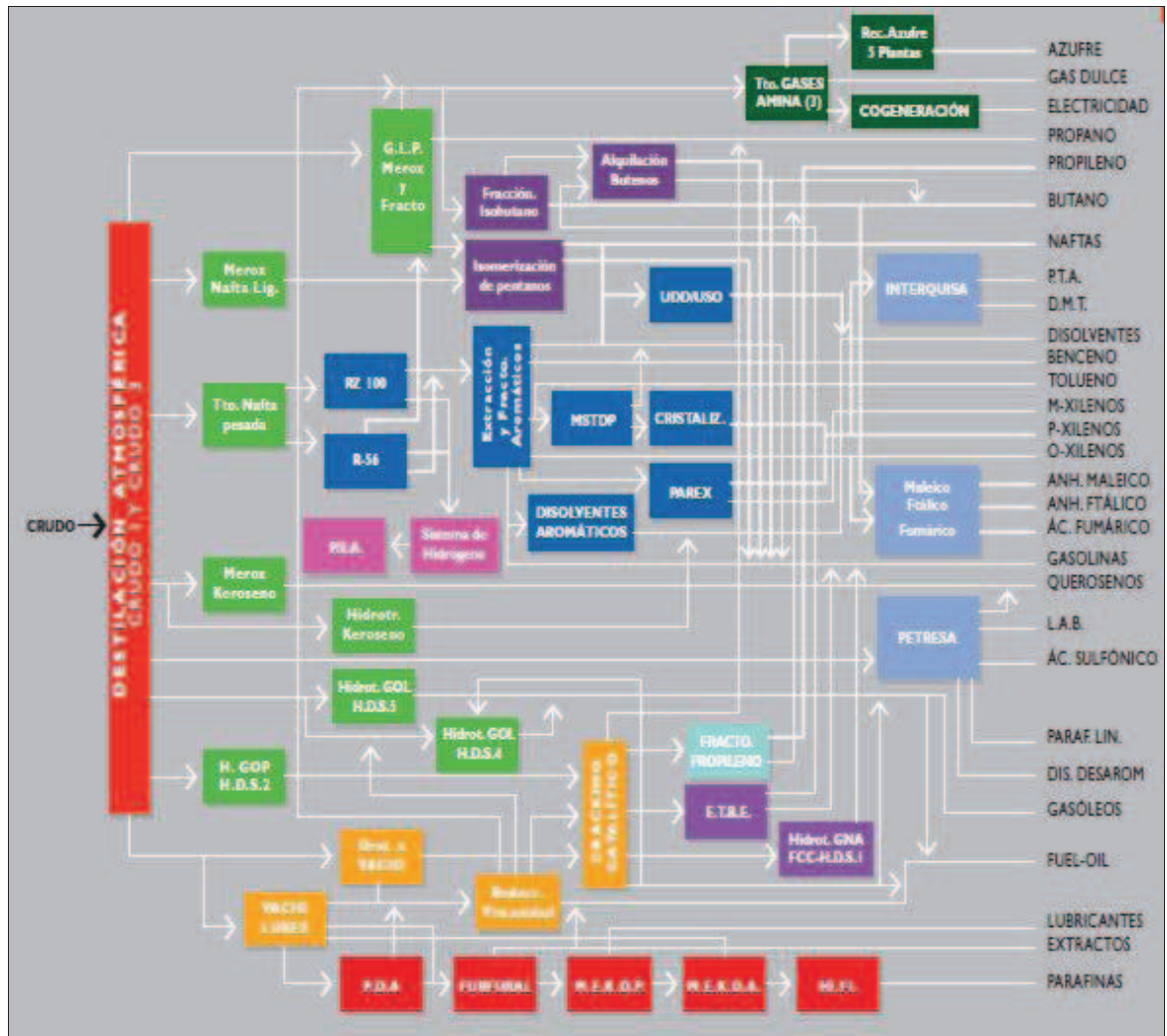


**Figura 2.2** Vista de la Refinería Gibraltar-San Roque

Desde su puesta en marcha en 1967 en una zona estratégica para las exportaciones, la Refinería “Gibraltar-San Roque” es una industria altamente integrada con el complejo petroquímico en el que se ubica y con el resto de industrias locales, a las que abastece de

productos energéticos. Sus unidades de proceso funcionan en base a tecnologías dirigidas al ahorro energético, así como a la máxima seguridad de las personas y las instalaciones.

En ella se fabrican todo tipo de combustibles de alto grado de complejidad (Propano, butano, gasolinas,...) y productos puros, básicos para la industria Petroquímica como el benceno, paraxileno y ortoxileno entre otros. Algunas de las plantas de la refinería son únicas a nivel nacional.



**Figura 2.3** Esquema productivo de la Refinería

Además de fabricación, la refinería cuenta con áreas de recursos humanos, planificación y distribución, servicios administrativos, asesoría jurídica, protección ambiental, seguridad y calidad, comunicación y el departamento de servicios; todas ellas con distintas responsabilidades sobre los procesos que se realizan diariamente en la refinería.



También cuenta con un Servicio de Defensa Contra Incendios y de servicios médicos propios, en los que la atención médica está cubierta las 24 horas todos los días del año. Hay que destacar que la refinería “Gibraltar-San Roque” dispone, dentro de sus instalaciones, de una Escuela de Formación, donde se imparten más de 200.000 horas lectivas anuales.

De notable importancia en el área cultural es la “Cátedra CEPSA”, puesta en marcha en colaboración con la Universidad de Cádiz y que es una iniciativa que desea potenciar y agilizar las actividades destinadas al desarrollo científico, cultural y económico del Campo de Gibraltar, destacando: Máster Ingeniero Internacional de Soldadura, Curso de Experto en Refino y Curso de Experto en Mantenimiento.



## **2. 2. Descripción de la Planta de Distribución**

### **2. 2. 1. Organización de la Refinería**

Las zonas operacionales y productivas de la Refinería “Gibraltar-San Roque” están divididas en siete Plantas siguiendo los criterios de función y orden de aparición dentro del proceso de conversión del crudo de petróleo, movimiento de derivados y sistemas auxiliares. Estas Plantas son:

- Aromáticos
- Combustibles
- Guadarranque
- Lubrisur
- FCC / Crudo3
- Energía
- Distribución.

Cada una de estas Plantas está formada por cientos de equipos de proceso tanto estáticos (depósitos, columnas de fraccionamiento, hornos, tanques, tuberías,...) como dinámicos (bombas, compresores, agitadores, soplantes, ventiladores,...).

### **2. 2. 2. Actividades de la Planta de Distribución**

La Planta de Distribución, en términos generales es la encargada del almacenamiento y movimiento de productos, tanto materias primas, intermedios como terminados. Las distintas unidades en las que se divide la Planta se diferencian por el tipo de producto que almacena o mueve, tanto dentro de la propia Refinería como hacia el exterior de la misma.

Las unidades existentes en la Planta son:

1. Sistema de Crudos
2. Sistema de F.O.
3. Sistema de Kerosenos
4. Sistema de Gasoil
5. Sistema de Azufre

6. Sistema de Gasolinas
7. Sistema de Naftas
8. Sistema de Aromáticos
9. Sistema de Deslastres

También en función de las distintas formas que posee la Refinería como puertas de entrada o salida de productos:

- El Pantalán y la Monoboya: Son la principal puerta de entrada y salida de las materias primas y productos terminados de la Refinería. El terminal marino trabaja anualmente con unos 2000 barcos de los que unos 100 operan en la Monoboya.  
El Pantalán dispone de 8 atraques y su principal función es dar salida a los productos terminados. También recibe materias primas para las plantas de CEPSA Química y dar entrada de crudos en el caso de que la Monoboya se encuentre fuera de servicio.  
La Monoboya se dedica exclusivamente a la recepción de crudos y está situada a una milla náutica de la costa.
- Oleoducto de CLH: La Refinería suministra combustible en continuo al oleoducto de CLH, encargado de su posterior distribución a nivel nacional. Entre los productos suministrados se incluyen las gasolinas, los gasóleos y el ATK para aviación civil.
- Cargadero de cisternas: El transporte de productos por cisterna se emplea para abastecer a las estaciones de servicio, puertos y aeropuertos próximos a la Refinería, así como para el transporte de productos no energéticos (disolventes, parafinas, azufre, etc.).  
La Refinería cuenta con nueve cargaderos de cisternas, distribuidos en las proximidades de las unidades de proceso correspondientes, perteneciendo tres de ellos a la Planta de Distribución.
- Tuberías de interconexión con otras industrias (Ej. Repsol): Existe un red de tuberías que conectan con otras fabricas cercanas a las que se les suministran productos terminados (butano, propano) y materias primas. También se reciben productos terminados para su distribución (Aceite vegetal, Keroseno de CQPM).

Para el desarrollo de las actividades comentadas, se dispone de un parque de almacenamiento de 130 tanques, con una capacidad total de más de 2 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 1012970 m<sup>3</sup> están destinados al almacenamiento de crudo y resto al de productos intermedios y terminados.

### 2. 3. Los tanques de almacenamiento. Tipos

A continuación describiremos la función dentro de la Refinería y algunas de las características principales de los equipos que han sido objeto de aplicación de la metodología RBI, los tanques de almacenamiento.

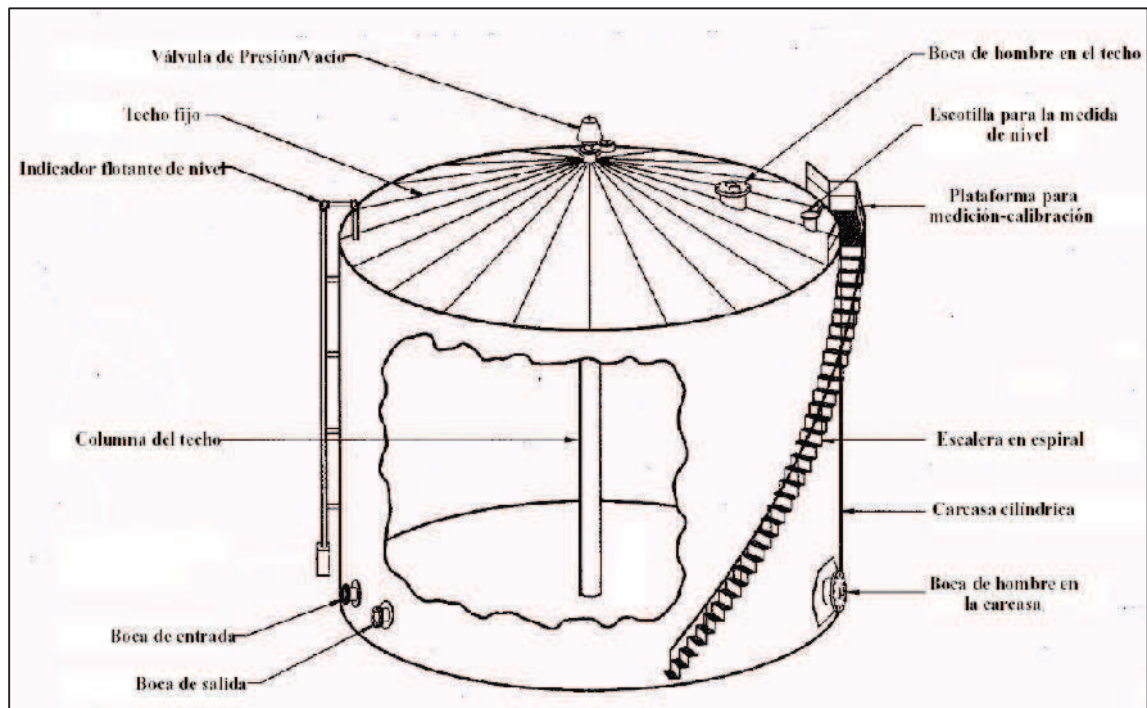
Aunque existen diversos tipos, este documento está enfocado hacia los tanques de almacenamientos atmosféricos convencionales y de baja presión (máx. 0,5 kg/cm<sup>2</sup> presión interna manométrica medida en la parte superior).

#### 2. 3. 1. Tanques de techo fijo

De los diseños de tanques usados normalmente, el tanque de techo fijo es el más barato de construir, y generalmente se considera como el equipamiento mínimo aceptable para el almacenamiento de líquidos orgánicos volátiles.

Un tanque típico de techo fijo, consiste en una carcasa cilíndrica de acero con un techo cónico o abovedado fijo a la carcasa del tanque. Nos podemos encontrar con tanques soldados o remachados. En el caso de los soldados, su construcción los convierte en estancos tanto para el líquido como para el gas, mientras que los remachados no lo son para el vapor.

Son tanques diseñados para soportar una presión interna manométrica superior a 15 kPa (0,15 kg/cm<sup>2</sup>) y no superior a 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>). Estas presiones se mantienen gracias a unas válvulas instaladas en el techo de estos tanques, llamadas válvulas de presión/vacío y que realizan a la vez ambas funciones de control, tanto de la sobrepresión como del vacío en el interior del tanque, disminuyendo así las pérdidas por evaporación con respecto a los tanques que estuviesen libremente abiertos a la atmósfera como es el caso de los tanques atmosféricos.



**Figura 2.4** Tanque de techo fijo

No obstante estos márgenes son limitados y siempre se producen entradas de aire cuando el tanque se vacía o salidas de vapores cuando el tanque se llena, pudiéndose producir mezclas explosivas en el interior del tanque en el primer caso o alrededor del tanque en el segundo; igual efecto produce la “respiración” del tanque, que se produce por las variaciones de temperatura ambiente.

Algunos de los accesorios que suelen poseer los tanques de techo fijo, son los siguientes:

- **Ventoeo de conservación o válvula de presión/vacío:** su misión es la que indicábamos anteriormente.
- **Escotilla de medida:** se localiza en el techo del tanque y se emplea para observar o medir el contenido del tanque. Cada escotilla de inmersión tiene marcado un punto de referencia; bajo éste y sobre el fondo del tanque hay una placa situada de tal manera que la distancia desde el punto de referencia a la placa permanezca constante durante toda la vida del tanque.
- **Boca de Hombre:** existe normalmente una boca de hombre o entrada de servicio en el techo del tanque y al menos una en el costado del mismo.

- **Mezcladores de tanques:** Se colocan tanto en tanques de techo fijo como en los de techo flotante. Son normalmente mezcladores de tipo impulsor o hélice, ubicados a un metro de la base del tanque y estratégicamente situados en la pared del tanque. Están accionados por un motor externo y se emplean para evitar la estratificación del líquido en el tanque. También pueden ser usados para la mezcla de componentes.
- **Aspiración flotante (brazo oscilante o swing):** algunos tanques tienen acoplados a su línea de aspiración un brazo oscilante que es un tramo de tubería que se extiende desde el centro del tanque hasta la válvula de succión; el extremo del tubo va unido a un flotador que permite en todo momento aspirar el producto de la zona más superficial; esto es particularmente útil en tanques donde exista mezclas de hidrocarburos con agua donde interesa que se produzca una decantación y no se aspire nada de agua.
- **Indicador de temperatura:** se coloca tanto en los tanques de techo fijo como en los de techo flotante. Suelen situarse a un metro de la base del tanque.
- **Medidor automático de nivel:** mide el nivel de líquido en el tanque, y se adaptan tanto a los de techo fijo como a los de techo flotante.
- **Calentador del tanque (calorifugado):** se incorpora a cualquier tanque cuyo contenido requiera calentamiento constante para mantenerse fluido. Lo más habitual es que sean serpentines tendidos en el fondo del tanque, o intercambiadores de calor tipo bayoneta que se insertan por un lateral. El medio de calentamiento puede ser vapor o aceite térmico.
- **Drenaje de agua:** los tanques de techo fijo o flotante se construyen con el fondo en pendiente hacia una fosa de desagüe o poceta, donde se va acumulando el agua decantada en el fondo, que puede ser purgada hacia el exterior por una línea de drenaje que va desde la poceta hasta la pared del tanque con la apertura de la tubería mirando hacia abajo. La purga puede ser manual o semiautomática.

### 2. 3. 2. Tanques de techo flotante

Consisten en una carcasa cilíndrica de acero abierta por arriba con un techo que flota en la superficie del líquido almacenado, subiendo y bajando con el nivel del líquido. Estos tanques llevan una doble pared horizontal flotante o una cubierta metálica soportada por flotadores metálicos estancos.

La característica de estos tanques consiste en que el techo siempre se encuentra en íntimo contacto con la superficie del líquido almacenado, impidiendo por tanto la evaporación del mismo por no dejar cámara de gases intermedia. Por ello se usan para líquidos que en las condiciones de almacenamiento tienen una alta presión de vapor, cercana a la atmosférica, al ser tan alta, la cantidad de producto que se perdería por evaporación sería muy grande. Sin embargo, al no existir contacto líquido-gas por flotar el techo sobre el producto almacenado se impide que el líquido pase a fase vapor.

Los tanques de techo flotante están equipados con sistema de cierre del anillo que se une al perímetro del techo y que se encuentra en contacto con la pared interna del tanque. El sistema de cierre del anillo se desliza por la pared del tanque según el techo sube o baja.

La cubierta del techo está también equipada con accesorios que penetran en la cubierta y que tienen funciones operacionales.

El diseño del techo flotante es tal que las pérdidas por evaporación del producto almacenado, están limitadas a las pérdidas por el sistema de cierre del anillo, a las de los accesorios de la cubierta (pérdidas por reposo) y al líquido que se queda en la pared del tanque (pérdidas por arrastre).

Existen varios tipos de tanques de techo flotante, que difieren entre sí por el sistema de flotación utilizado, en las juntas de sellado y en el drenaje del techo.



1. *Típos de sistemas de flotación.*

- Tanque de doble cubierta

Presenta dos membranas de chapas superpuestas, pero con una pequeña separación entre ambas, que se extienden sobre la totalidad de la superficie del líquido.

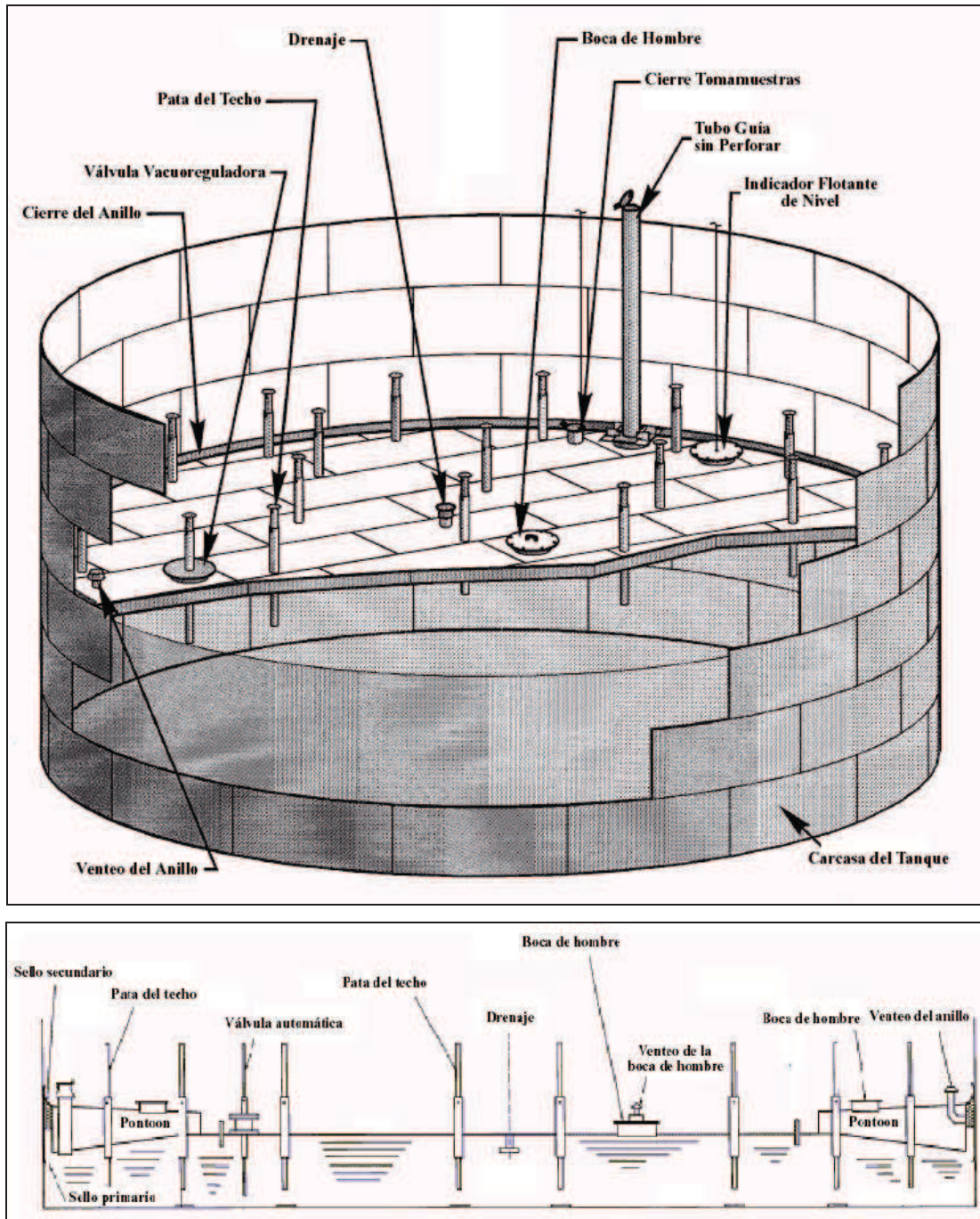


Figura 2.5 Tanque de techo flotante con doble cubierta



- Tanque con pontón anular

Este tipo es el que tienen los tanques de Refinería. Está formado por un “pontón” o cajón anular de chapa, situado en la periferia de una membrana que es también de chapa. El citado cajón anular está dividido en compartimentos independientes separados por mamparas radiales de chapa.

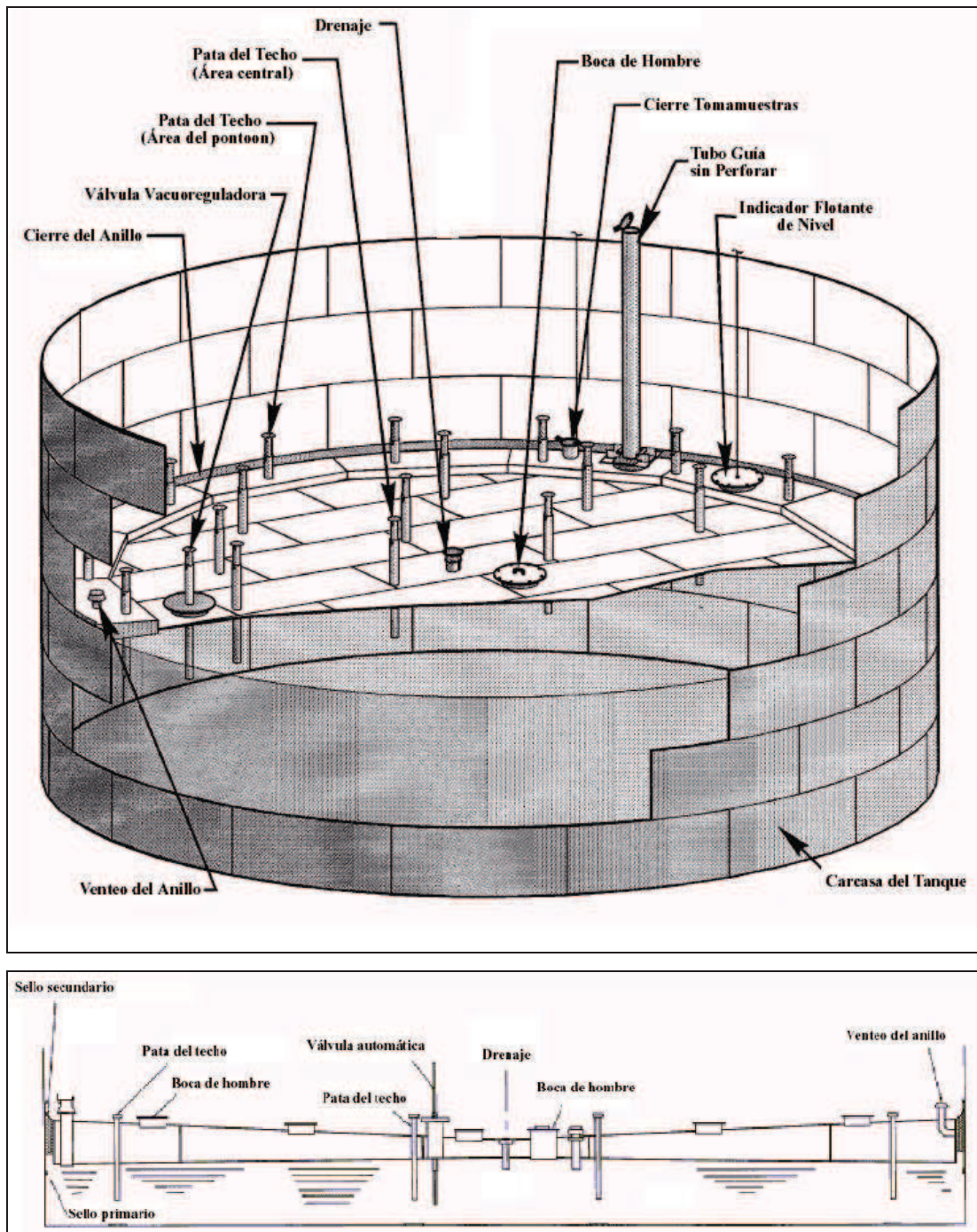


Figura 2.6 Tanque de techo flotante con pontón anular

## ***2. Tipos de juntas de sellado o sellos***

Se llama junta de sellado o sello al conjunto de piezas y mecanismos que permiten que entre el techo flotante y la pared no existan holguras que dejarían expuesto el producto a la atmósfera con lo cual se producirían evaporaciones no deseadas.

A grandes rasgos, los sellos se pueden clasificar según su complejidad y efectividad en dos tipos, primarios y secundarios.

- Sellos primarios

Su característica principal es que utilizan distintos mecanismos y materiales como medio de contacto entre el techo y la pared del tanque, como pueden ser:

1. Una delgada banda metálica, que es forzada y mantenida contra la pared por un dispositivo mecánico. La banda metálica está formada por diversas hojas (zapatas), y forman un anillo que proporciona una amplia superficie de contacto con la pared del tanque.
2. Una envolvente de un tejido recubierto de material flexible, relleno de líquido, espuma o gas, y a su vez puede estar en contacto directo con el líquido contenido en el tanque o dejar un pequeño espacio de vapor entre ambos.
3. Una hoja o escobilla de material flexible en contacto con la pared del tanque y que la une al techo del mismo. Este tipo de sello es muy flexible, más que los anteriores, y se adapta mejor a la pared.

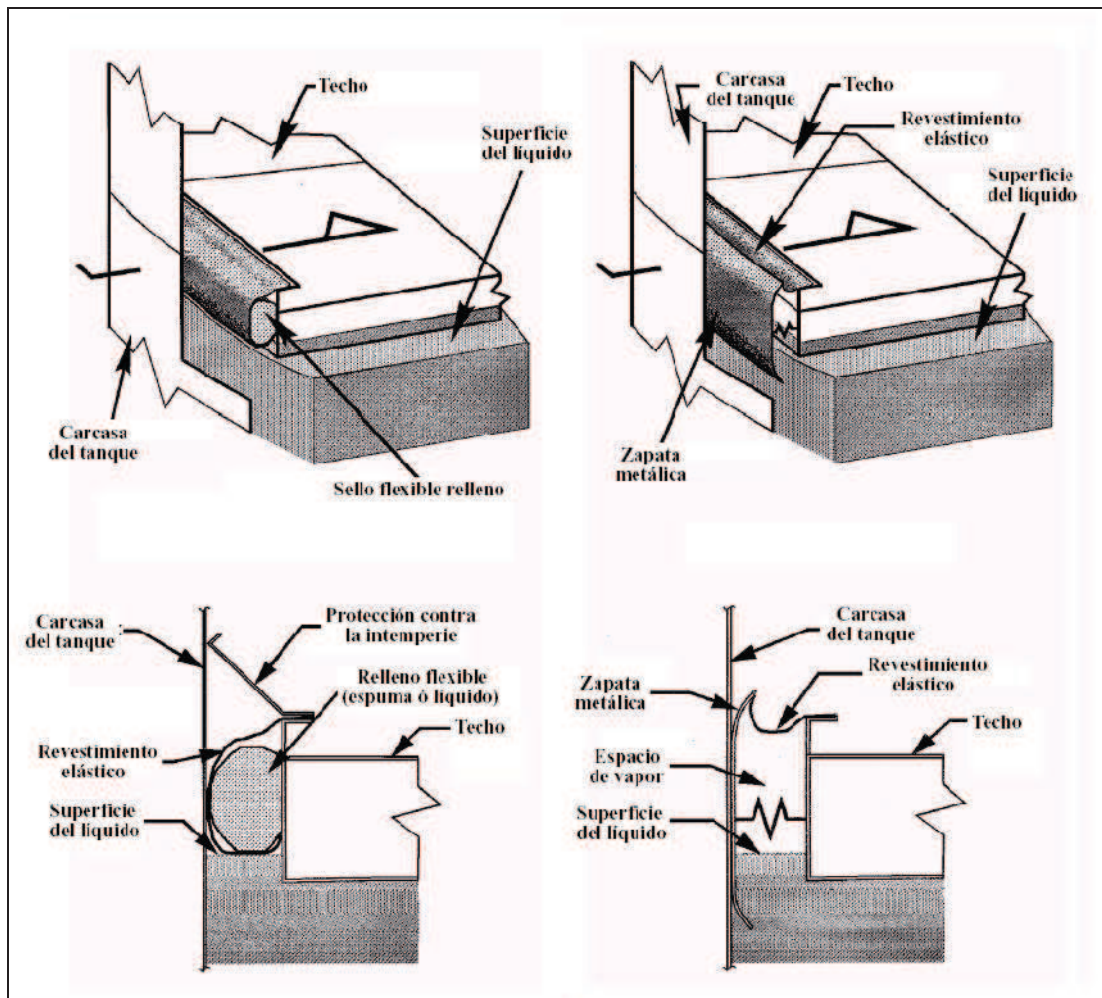


Figura 2.7 Tipos de sellos primarios

- Sellos secundarios

Van montados sobre el sello primario y constituyen una segunda barrera de aislamiento entre la atmósfera y el líquido almacenado. Se dividen en dos tipos, apoyados en la zapata y apoyados en el borde.



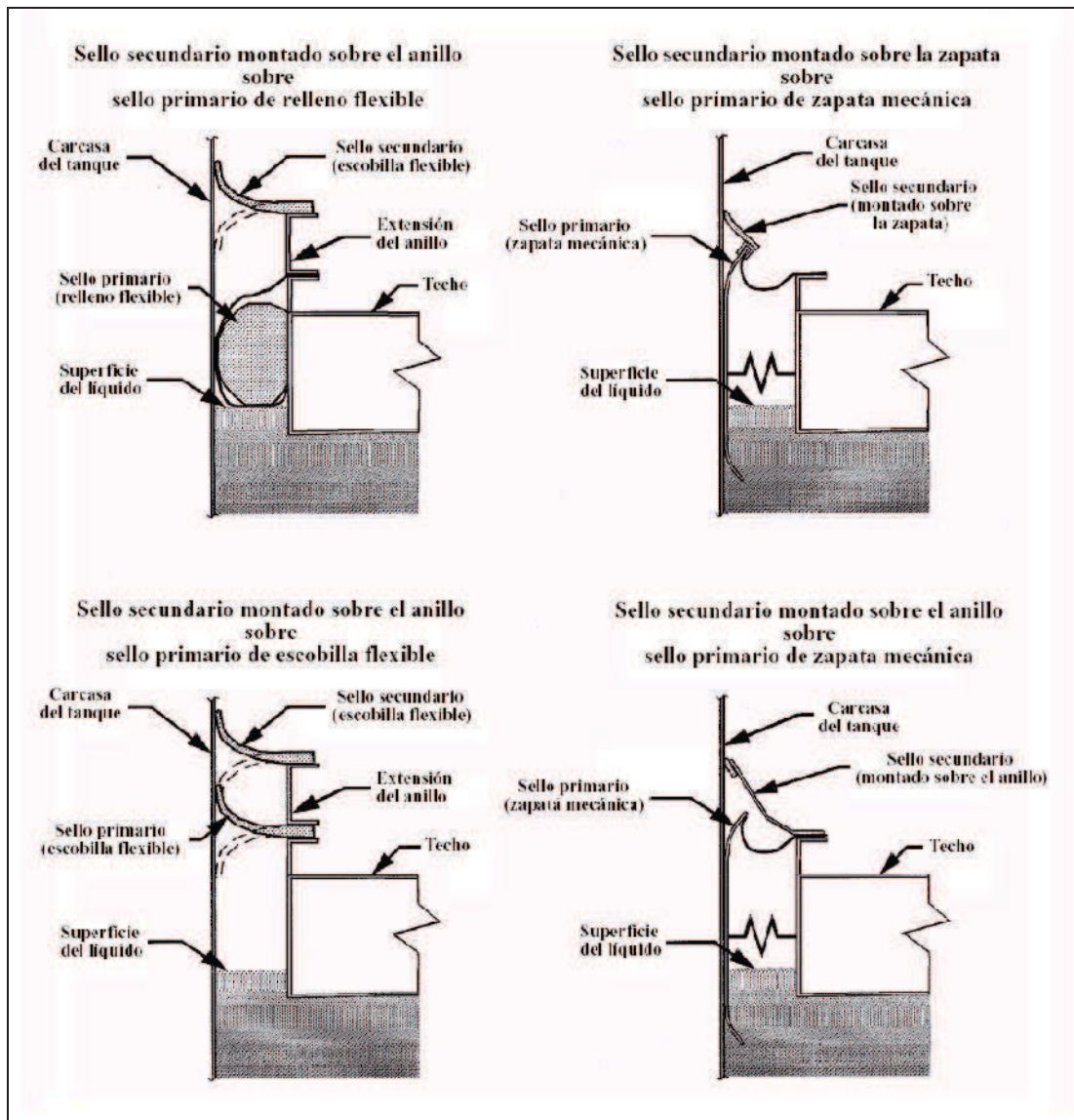


Figura 2.8 Tipos de sellos secundarios

### 3. Tipos de drenaje del techo

Suele emplearse una tubería con varias rotulas que la hacen adaptarse a cualquier altura del líquido en el interior del tanque, el otro sistema consiste en drenar a través de una manguera flexible.

Otros accesorios de este tipo de tanque son los siguientes:

- **Vigas de refuerzo:** debido a que los tanques de techo flotante son generalmente tanques abiertos, la parte superior de la pared del tanque tiene que ser reforzada con una viga contra el viento para el caso de que pueda haber vendavales muy intensos.
- **Escalera de acceso al techo:** proporciona un acceso seguro desde el borde superior del tanque a la cubierta del techo flotante. La escalera está suspendida del borde y soportada sobre ruedas, las cuales corren sobre rieles apropiados en la cubierta del techo.

### 2. 3. 3. Tanques con pantalla flotante

Las pantallas flotantes son unas láminas de aluminio o de material plástico que tienen misión idéntica al techo flotante, pero que se utilizan en tanques de techo fijo; generalmente se instalan en tanques de almacenamiento de productos ligeros que por su diámetro hacen que no sea rentable o posible la instalación de techo flotante, o bien en tanques de mayor diámetro cuando habían sido previstos para almacenar otro tipo de producto más pesado.

El diámetro límite para pasar de pantalla a techo flotante suele situarse en torno a los 25 metros.

Las diferencias existentes entre los distintos tipos de pantallas estriban en el sistema de flotación y el material utilizado.

Podemos distinguir tres tipos:

- A) Pantalla flotante formada por delgadas chapas de acero soldadas, con sello en el borde formado por espuma plástica de uretano.
- B) Cubierta de planchas de aluminio sobre flotadores de aluminio también.
- C) Cubierta de tejido de nylon con periferia de aluminio incorporando las cámaras de flotación.

El techo del tanque puede ser cónico o abovedado.

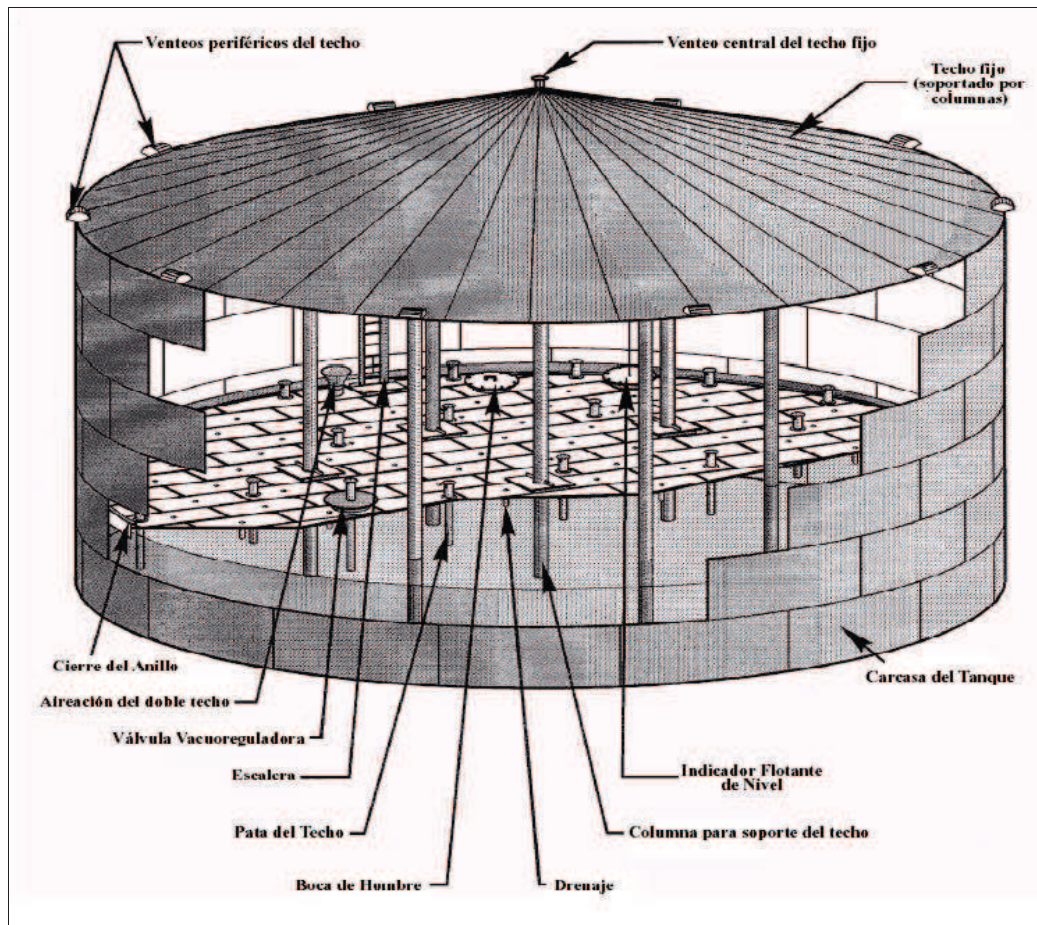
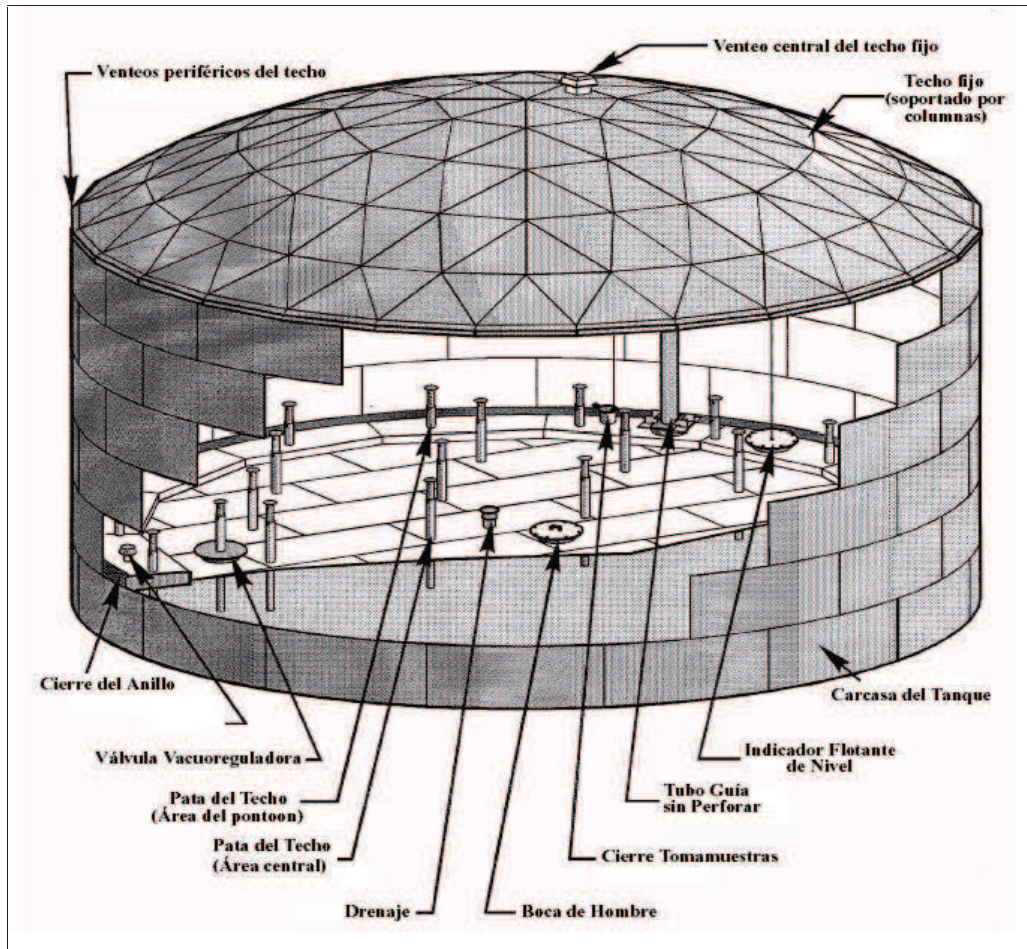


Figura 2.9 Tanque de pantalla flotante con techo cónico





**Figura 2.10** Tanque de pantalla flotante con techo abovedado

Todos estos tipos de pantalla incorporan una serie de accesorios como son:

- Sellos flexibles para permitir que la pantalla se mueva libremente siguiendo el nivel del líquido.
- Dispositivos para evitar la rotación de la pantalla.
- Aberturas adecuadas para la medida y toma de muestras.

La ventaja de estos tanques que incorporan pantalla flotante sobre los de techo fijo reside en que disminuyen las pérdidas por evaporación en un 80% como media sobre estos últimos.

#### **2. 3. 4. Las funciones de los tanques de almacenamiento**

Hasta ahora hemos descrito los tanques que existen en Refinería y que tipos de productos pueden almacenar; no obstante la misión de los tanques, aunque sean del mismo tipo, puede ser distinta.

A grandes rasgos el empleo de los tanques puede ser para:

1. Almacenamiento de la materia prima necesaria para que funcione la Refinería; típicamente el crudo.
2. Almacenamiento de producto terminado, con vistas a su expedición hacia el exterior de la Refinería.
3. Almacenamiento de producto intermedio, que puede tener un distinto destino:
  - a. Servir de “colchón” a la carga de unas unidades cuya materia prima es un producto proceden de otra unidad pero que por diversas razones no tienen ajustadas perfectamente la carga de una con la producción de la otra. En este caso el tanque absorbería el exceso o supliría el defecto de carga.  
También permitiría el que unas unidades tengan autonomía de funcionamiento cuando otras de las que toman o envían producto estén paradas por cualquier motivo.
  - b. Servir como tanque “base” para fabricar un producto terminado. Este se fabrica de distintos productos intermedios contenidos en sendos tanques “base”.



## **2. 4. Plan de Inspección y Mantenimiento actual**

En este apartado se describe que criterios y métodos se aplican actualmente para la inspección y el mantenimiento del parque de tanques de almacenamiento de la Refinería.

Los tipos de actividades de inspección y mantenimiento que se realizan en servicio, son las siguientes:

- Inspecciones Preventivas de Seguridad.
- Inspecciones de Mantenimiento Preventivo.
- Revisiones de Mantenimiento Preventivo.

### **2. 4. 1. Inspecciones Preventivas de Seguridad**

El personal de operación responsable de cada tanque, el Servicio de Prevención y/o D.C.I (Defensa contra incendios) realizan Inspecciones Preventivas de Seguridad con el objetivo de detectar posibles fugas, distorsiones de envoltentes, asentamientos, etc. y realizar las verificaciones funcionales de los sistemas de protección contra incendios.

La frecuencia con la que se lleva a cabo estas inspecciones, es trimestral para lo referido al sistema de protección contra incendio y anual para el resto de elementos para cada uno de los tanques.

Con los hallazgos encontrados se generan los avisos de mantenimiento para corregir todo lo que sea posible en marcha y, en cualquier caso, se informa a al Dpto. de Inspecciones para que se tenga en cuenta para la próxima revisión.

En la Figura 2.11 se encuentra el modelo de ficha de control para realizar las Inspecciones Preventivas de Seguridad.

**Modelo de Ficha de Control para Inspecciones Preventivas de Seguridad**

INSPECCIONES PREVENTIVAS DE SEGURIDAD EN TANQUES			
Tanque N°		Fecha de la visita	
Producto almacenado		Operador	
Volumen m3			
General	Observaciones	Control	
Posible fuga por el fondo , por las tubuladuras o techo.		<input type="checkbox"/>	
Evidencia de daños de aislamiento térmico		<input type="checkbox"/>	
Suciedad , escombros, charcos de lluvia, vegetación e indicios de impregnación del terreno.		<input type="checkbox"/>	
Agitador: Todos los tornillos puestos y apretados		<input type="checkbox"/>	
Revisar accesos y plataformas		<input type="checkbox"/>	
Tierra del tanque conectada y cables en buen estado		<input type="checkbox"/>	
Comprobación alarmas de nivel en campo y SC		<input type="checkbox"/>	
Verificación funcional de sistema de protección contra incendios		<input type="checkbox"/>	
Techo flotante del tanque			
Estado de limpieza del velo		<input type="checkbox"/>	
Buen funcionamiento del drenaje del techo (Valvula de drenaje abierta). Estado de la poceta de drenaje		<input type="checkbox"/>	
Estado de las ventilaciones periféricas, automaticas y de borde.		<input type="checkbox"/>	
Revisión de pontones: Libres de agua o producto, explosividad y compuertas cerradas.		<input type="checkbox"/>	
Escalera móvil: Sin daños en las ruedas y dentro del carril		<input type="checkbox"/>	
Buen estado de barras –guía.		<input type="checkbox"/>	
Estado del sello		<input type="checkbox"/>	
Techo fijo del tanque			
Blanketing de nitrógeno		<input type="checkbox"/>	
Estado de venteos libres, válvula P/V		<input type="checkbox"/>	

**Figura 2.11** Ficha de Control para Inspecciones Preventivas de Seguridad

#### 2. 4. 2. Inspecciones de Mantenimiento Preventivo

Las Inspecciones de Mantenimiento Preventivo, consisten en una revisión exterior en servicio, que es realizada por el Inspector de la planta correspondiente. El alcance de esta inspección será el siguiente:

- Inspección visual para ver el estado de la pintura y aislamiento.
- Inspección para detectar corrosión bajo aislamiento en tanques aislados.

- Comprobaciones del estado de la protección catódica (si procede) de forma periódica y cumpliendo con API 651[6].
- Toma de espesores para detectar velocidades de corrosión uniformes en envoltorio y techo.

ANEXO 2

INSPECCIÓN EXTERIOR TANQUE TECHO FLOTANTE												
		ASPECTO A INSPECCIONAR	GRADO DETERIORO									
			4 Bien 3 Aceptable 2 Inaceptable 1 Muy mal									
ACCESORIOS		Año de Inspección	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	1	Estado sistema de refrigeración										
	2	Estado sistema de espuma										
	3	Estado escalera de acceso y Bandejas de instrumentos y alumbrado										
	4	Estado de tuberías y soportes										
	5	Estado de los pasamuros, orden y limpieza en cubeto.										
	TOTAL											
FUNDACIÓN	6	Roturas o fisuras en anillo										
	7	Armadura a la intemperie										
	8	Asentamiento o hundimientos										
	TOTAL											
ENVOLVENTE	9	Espesores (Comprobar espesores de retiro										
	10	Corrosión, picaduras, perforaciones										
	11	Estado de la pintura										
	12	Deformaciones, roturas o abombamientos										
	13	Estado del aislamiento térmico										
	14	Estado de las tubuladuras y bocas de limpieza										
	15	Estado de soportes soldados a la envoltente										
	16	Estado del anillo de rigidez										
	17	Estado de rejillas de ventilaciones (en tanques con pantalla flotante)										
	18	Estado de la viga contra vientos, barandilla y luminarias										
TOTAL												
TECHO	19	Espesores (Comprobar espesores de retiro)										
	20	Estado de la pintura										
	21	Deformaciones, rotura										
	22	Corrosión, picaduras, perforaciones										

ANEXO 2 (Cont.)

TECHO (cont.)	23	Estado limpieza del canal de espumas y pontones										
	24	Estado limpieza del velo										
	25	Estado del sello										
	26	Estado de las tubuladuras (Bocas de hombre y toma-muestras)										
	27	Estado de las ventilaciones automáticas, periféricas y las de borde										
	28	Estado del carril de rodadura de escaleras										
	29	Estado de la apertura para paso del tubo tranquilizador										
	30	Estado de las conexiones a tierra										
	31	Estado y limpieza de poeeta de drenaje del techo										
	32	Verificación de la válvula de retención del sistema de drenaje del techo										
	33	Estado de la horizontalidad del techo										
		TOTAL										
FONDO	34	Estado soldadura placa/ envoltente										
	35	Espesores placa marginal										
	36	Deslaminación de la placa marginal										
	37	Estado mastic y mortero de sellado										
	38	Conexiones a tierra										
	39	Comprobar posibles fugas por el fondo y testigos si existen										
			TOTAL									
		TOTAL INSPECCIÓN										

**Figura 2.12** Ficha de Control para las inspecciones exteriores en tanques de techo flotante

INSPECCIÓN EXTERIOR TANQUE TECHO FIJO												
		ASPECTO A INSPECCIONAR	GRADO DETERIORO									
			4 Bien 3 Aceptable 2 Inaceptable 1 Muy mal									
		Año de Inspección	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ACCESORIOS	1	Estado sistema de refrigeración.										
	2	Estado sistema de espuma										
	3	Estado escalera de acceso										
	4	Estado de tuberías y soportes										
	5	Estado de los pasamuros, orden y limpieza en cubeto.										
		TOTAL										
FUNDACIÓN	6	Roturas o fisuras anillo										
	7	Armadura a la intemperie										
	8	Asentamiento o hundimientos										
		TOTAL										
ENVOLVENTE	9	Espesores (comprobar espesores de retiro)										
	10	Corrosión, picaduras, perforaciones										
	11	Estado de la pintura										
	12	Deformaciones, roturas o abombamientos										
	13	Estado del aislamiento térmico										
	14	Estado de las tubuladuras										
	15	Estado de soportes soldados a la envolvente										
	16	Estado del anillo de rigidez										
	17	Estado de las rejillas de ventilación (en tanques con pantalla flotante)										
		TOTAL										



**ANEXO 2 (cont.)**

<b>TECHO</b>	18	Espesores ( comprobar espesores de retiro)															
	19	Estado de la pintura															
	20	Deformaciones , roturas															
	21	Corrosión, picaduras, perforaciones															
	22	Estado de limpieza															
	23	Estado válvula p / v															
	24	Estado barandilla, luminarias															
	25	Estado tabuladuras ( nivel, tomamuestras, etc															
	26	Estado de la pantalla flotante ( si la hubiera)															
<b>TOTAL</b>																	
<b>FONDO</b>	27	Estado soldadura placa/ envol.															
	28	Espesores placa marginal															
	29	Deslaminación de la placa															
	30	Estado mastic y mortero															
	31	Conexiones a tierra															
	32	Comprobar posibles fugas por el fondo y testigos si existen															
	<b>TOTAL</b>																
<b>TOTAL INSPECCION</b>																	

**Figura 2.13** Ficha de Control para las inspecciones exteriores en tanques de techo fijo

En las Figuras 2.12 y 2.13 se encuentran los modelos utilizados para la inspección exterior de los tanques de techo flotante y fijo. Puede comprobarse que difieren solo en los aspectos relacionados con el tipo de techo, requiriendo el del tipo flotante un mayor alcance.

Con los hallazgos encontrados se generaran los avisos de mantenimiento para corregir todo lo que sea posible en marcha y en cualquier caso serán tenidos en cuenta para la confección del plan de revisiones.

La frecuencia de esta inspección externa es anual para todos los tanques.

#### 2. 4. 3. Revisiones de Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento está incluido en los planes de mantenimiento de dicho equipos con una frecuencia anual y se organizan de modo que durante el año se desarrolle el plan al completo.

Las principales actividades que se incluyen en las revisiones de mantenimiento preventivo y que son comunes a todos los tanques, son las siguientes:

- Revisión y limpieza de las válvulas de p/v.
- Revisión y limpieza de venteos y apagallamas.
- Revisar estado del sistema D.C.I.
- Limpieza y revisión de desperfectos en el techo.
- Comprobar y medir valores de resistencia en conexiones de tierra.
- Revisión de cubetos (limpieza, canal de lluvias, accesos y válvulas).
- Revisar el estado del mastic de la chapa marginal.

Otras actividades incluidas en las revisiones de mantenimiento preventivo, pero solo de los tanques de techo flotante, son las siguientes:

- Engrasar escalera rodante del techo flotante.
- Engrasar los rodillos-guía del tubo guía.
- Comprobar el sello primario y secundario.
- Verificar el funcionamiento del check de la poceta de salida de agua de lluvia.
- Suavizar los pilares de apoyo del techo flotante.
- Limpiar y revisar posibles desperfectos en la viga contraviento.

#### **2. 4. 4. Elaboración del Plan anual de Inspección y Mantenimiento Correctivo**

Cada año se elabora un plan quinquenal del que se deduce un plan anual de revisión y reparación de tanques. Este plan anual se confecciona con la aportación de los miembros de un equipo multidisciplinar que engloba a inspecciones, mantenimiento, planificación de la producción, seguridad y operaciones, para contar con toda la información y garantizar la necesaria coordinación.

El plan se elabora con toda la información disponible y obtenida a través del programa preventivo (de inspección, de mantenimiento y las inspecciones preventivas de seguridad) antes descrito.

En el plan anual se deben incluir tanques de distinto tipos, productos y tamaño, de forma que el periodo entre inspecciones internas sucesivas no sea superior al recomendado por el código API 653<sup>[1]</sup>, que es de 20 años.

En la Figura 2.14 se presenta el actual plan de revisión y reparación de tanques de la Refinería Gibraltar San-Roque, elaborado para el periodo 2013-2017.

SISTEMAS	AÑO-2.013	AÑO-2.014	AÑO-2.015	AÑO-2.016	AÑO-2.017
CRUDO	YT-101	YT-104	YT-105	YT-106	YT-107
FUEL-OIL	YT-414	YT-114	YT-811	YT-913	YT-912
GASOLINAS		YT-756 YT-750			YT-754
GAS-OIL		YT-084	YT-233 YT-858	YT-030	YT-086
NAFTAS	YT-356		YT-757		
DESLASTRE/SLOP	YT-098	YT-099			
KEROSENO			YT-041		
AROMÁTICOS	YT-586 YT-942 YT-885	YT-582 YT-588 YT-941	YT-883 YT-953	YT-944 YT-950 YT-992	YT-994 YT-953

**Figura 2.14:** Plan de revisión y reparación entre 2013-2017

- [1] API 653 (Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction)
- [6] API RP 651 (Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks)



### 3. 1. Objetivos y alcance

El presente trabajo final de carrera tiene por objetivos:

1. Aplicar la metodología RBI (Risk Based Inspection) para establecer el plan de inspecciones al parque de tanques de la Planta de Distribución de la Refinería Gibraltar-San Roque.
2. Adecuar la aplicación “SIMAGIT” para llevar a cabo la aplicación indicada en el punto 1, de una forma más fácil y sencilla en el caso concreto de la Refinería Gibraltar-San Roque.
3. Como complemento al punto 2, se desarrollará una guía de aplicación de “SIMAGIT”, inexistente en la actualidad y que constituye una razón para que no se aplique ni de forma adecuada ni homogéneamente por todos los posibles usuarios.
4. Llevar a cabo un análisis de las diferencias en los resultados de esta aplicación, plan basado en una metodología normalizada según API RP 580<sup>[2]</sup>, API RP 581<sup>[3]</sup> y EEMUA 159<sup>[4]</sup>, y la actual, mezcla de experiencias personales, culturales y subjetivas, cuyo fundamento en muchos casos no es suficientemente sólido.

Para ello, se desarrolla este estudio con el siguiente alcance:

- Recabar toda la información necesaria de cada uno de los tanques pertenecientes a la Planta de Distribución, la cual posee el mayor número de estos equipos dentro de la Refinería. Esto se realizará a través del histórico de intervenciones, gamas anuales, sistema para la gestión de inspecciones (Credo) y documentación de archivo.
- Realizar mejoras a la aplicación informática “SIMAGIT”, automatizando diversos registros, de manera que facilite el manejo de la información obtenida y adaptándolas a las características propias de la Refinería Gibraltar-San Roque.

- Elaborar una guía de aplicación de la aplicación informática “SIMAGIT”.
- Implementar RBI con la ayuda de SIMAGIT, para un total de 130 tanques, presentando los resultados obtenidos para cada equipo de forma individual y estableciendo un plan de inspecciones futuras basado en el riesgo de todo el parque de tanques (plan anual, quinquenal).
- Llevar a cabo un análisis comparativo entre el plan actual y el plan resultante.
- Presentar las recomendaciones obtenidas como consecuencia del análisis anterior.

- [2] API RP 580 (Risk-Based Inspection)
- [3] API RP 581 (Risk-Based Inspection Technology)
- [4] EEMUA 159 (User’s Guide to the inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tanks)

### 4. 1. Introducción

En este apartado se pretende describir los materiales y métodos en que nos vamos a apoyar para llevar a cabo nuestro estudio. Se trata de elaborar un plan de inspecciones que esté debidamente fundado en métodos y estándares de reconocida reputación. Para ello hemos decidido seguir la actual tendencia de elaborar planes de inspección y mantenimiento en base a un análisis del riesgo tradicional.

Existen estándares establecidos en distintas industrias y más específicamente, nosotros nos basaremos en las que tradicionalmente se vienen aplicando en el sector petróleo, las recomendaciones API (American Petroleum Institute) y EEMUA (The Engineering Equipment & Materials Users' Association).

Concretamente, las recomendaciones de los códigos API RP 580<sup>[2]</sup> y API RP 581<sup>[3]</sup> hacen referencia a la inspección en base al riesgo. Estas recomendaciones están siendo adoptadas como normas en Japón y en Europa Occidental, frente a la tendencia tradicional de los reglamentos industriales, que establecen frecuencias de inspección sin discriminar suficientemente las condiciones y sobre todo, las consecuencias de un fallo respecto a otro. De esta forma se puede hacer una más eficiente utilización de los recursos existentes, prestando una mayor atención a los equipos de mayor riesgo.

En Europa existe como estándar disponible para el público la norma británica CWA- 15740 (Risk-based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry) que ya es de obligado cumplimiento en Reino Unido en los sectores de oíl, gas y electricidad. El comité europeo de normalización (CEN) está haciendo la elaboración de una norma ISO en base a la citada norma para toda la industria.

Para el caso de tanques de almacenamiento, esta específicamente desarrollada la norma británica EEMUA 159<sup>[4]</sup>, que es la que hemos utilizado para el estudio. Esta publicación está destinada principalmente a la ayuda en el establecimiento de requisitos de inspección para tanques de almacenamiento de acero, verticales y de superficie cilíndrica, con el fin de minimizar los problemas en servicio y extender la vida útil.

Para lograrlo, la norma desarrolla una guía completa donde se describen las claves del diseño, los problemas comunes que experimentan durante la operación y los métodos de inspección y reparación.

Esta norma está dirigida principalmente, a los tanques de almacenamiento construidos de conformidad con los estándares británicos, pero también se refiere y hace uso de estándares comúnmente aceptados como el código API 650[5].

Para la aplicación de la metodología RBI en el caso concreto de tanques de almacenamiento, disponemos de un programa informático (SIMAGIT) desarrollado por el grupo de técnicos de TOTAL, en los que participó CEPSA.

Al no estar debidamente acabado, se incluye en el alcance de este estudio su implementación, lo que ayudará no sólo en este caso, sino para su utilización posterior, convirtiéndola en una herramienta viva, que permita actualizaciones futuras en base a la experiencia de su uso.

### 4. 2. Risk Based Inspection (RBI)

El RBI reemplaza los sistemas de inspección basados en el tiempo con programas de inspección flexibles. Esto se logra mediante el empleo de las evaluaciones de riesgos basadas en el diseño operacional, los materiales y las consideraciones medioambientales. Es una metodología para mejorar la disponibilidad de un activo y a su vez asegurar que su integridad es adecuada a las condiciones de trabajo.

Existen dos modos referidos a la integridad del equipo; la integridad técnica y la integridad operacional:

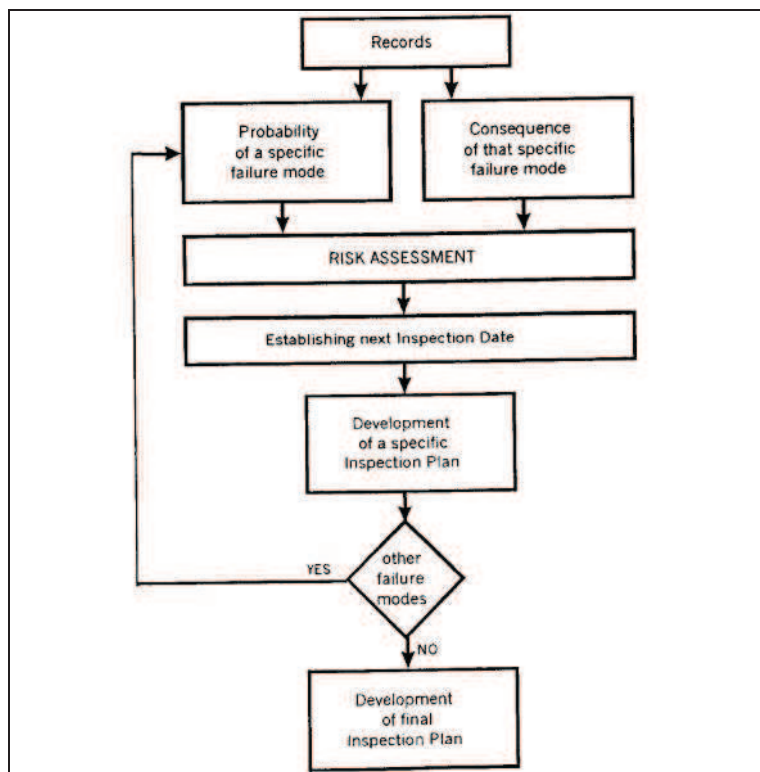
- Un tanque tiene integridad técnica, cuando bajo unas condiciones específicas, el riesgo de fallo y poner en peligro la seguridad de las personas, el medioambiente o del valor del propio equipo, es tan bajo como razonablemente sea posible.
- Un tanque tiene integridad operativa, cuando éste funciona como se pretende, de manera que pueda alcanzar los objetivos de almacenamiento sin riesgo innecesario para el personal, el medio ambiente o en el propio equipo.

Tanto la integridad técnica como la operacional deben mantenerse, mediante el desarrollo de la metodología RBI. Esto se puede lograr mediante el control y la inspección a través de las técnicas adecuadas, con un alcance adecuado y que lleve a la realización de inspecciones de las zonas críticas con una frecuencia óptima.

Las técnicas de inspección puede aplicarse cuando el tanque tenga mecanismos de degradación que puedan poner en peligro la integridad del tanque, siempre que tengan tendencias conocidas y pudiendo aplicarse con el tanque en servicio o fuera de servicio.

El objetivo final del RBI debe ser una inspección completa y minuciosa, así como la elaboración de un plan de control de los procesos para todo el tanque, o para aquellos

componentes del tanque que se estén evaluando. Las principales etapas de un proceso de RBI aparecen en la Figura 4.1.



**Figura 4.1** Concepto general del proceso RBI

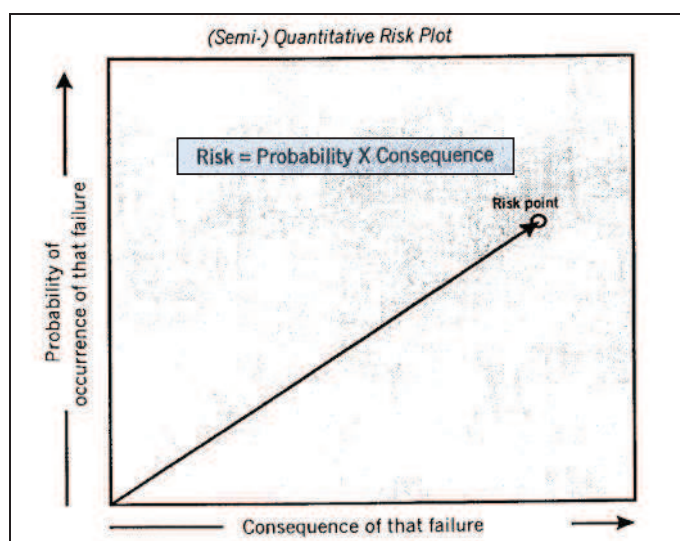
El pilar fundamental del RBI es la evaluación de la clasificación del riesgo de un elemento, ya que esta metodología está basada en el riesgo.

En general, el riesgo se define como la probabilidad de que ocurra un daño o fallo en el equipo y las consecuencias de ese daño.

En la mayoría de las metodologías conocidas, la clasificación de riesgo de un elemento se evalúa de una manera semi-cuantitativa, mediante la estimación de una probabilidad y una clase de consecuencia, que combinados en una matriz, lleva a la clase de riesgo semi-cuantitativo.



La Figura 4.2 ilustra cómo se puede cuantificar el riesgo para un fallo particular.



**Figura 4.2** Representación del Riesgo usando métodos semi-cuantitativos

Como un primer paso en el proceso de RBI para llevar a cabo la cuantificación del riesgo, se estima la probabilidad de que ocurra un modo de fallo. Dentro del RBI, la probabilidad de un modo de fallo específico, o de un fallo debido a un mecanismo específico de degradación, es una medida muy importante.

La probabilidad de que ocurra un modo de fallo, se establece mediante el conocimiento de las distintas medidas adoptadas o características que afectan a la tasa de progreso de un particular mecanismo de degradación (Ej.: Como afecta el estado del recubrimiento de la pintura en la velocidad de corrosión de las chapas del fondo).

Después de evaluar la probabilidad de que ocurra un tipo concreto de fallo, se deben establecer las consecuencias de ese modo de fallo. Como mínimo la norma EEMUA reconoce tres tipos de consecuencias que se pueden considerar para un modo de fallo; económicas, salud/seguridad y medioambientales. Por lo tanto la evaluación de las consecuencias se debe llevar a cabo por un equipo experto, para asegurar la contribución de todas las áreas de conocimiento, incluyendo el personal de operación del tanque que va a ser evaluado, para que de esta forma pueda realizarse un buen juicio sobre esos aspectos.

En la mayoría de las metodologías RBI más conocidas, la clasificación de la consecuencia se evalúa mediante el uso de una lista de aspectos importantes, para cada una de las categorías, que influyen o determinan las consecuencias. (Ej.: Pérdida por el fondo de un tanque desde el punto de vista económico).

La cuantificación del riesgo se evalúa generalmente de una forma semi-cuantitativa mediante la estimación de la probabilidad de un modo de fallo específico y una clasificación de la consecuencia de que el modo de fallo ocurra, combinados en una matriz de riesgo que conduce a una clasificación del riesgo.

La clasificación de riesgo del equipo se determina por la intersección de la fila probabilidad y la columna consecuencia.

RISK ASSESSMENT MATRIX						
Probability class	H	High		HIGH RISK		
	M	Medium				
	L	Low				
	N	Negligible	LOW RISK			
Consequence class			N	L	M	H

**Figura 4.3** Matriz de riesgo

El principal objetivo de obtener una clasificación de riesgo, es centrar la atención en los equipos o componentes de alto riesgo y dedicar poca o ninguna atención a los equipos o componentes de bajo riesgo, en lo que respecta a la inspección y a la mitigación.

### 4. 3. Sistema de Mantenimiento y Gestión de la integridad de tanques: SIMAGIT

Los objetivos marcados para la creación de un Sistema de Mantenimiento y Gestión de Integridad de Tanques (SIMAGIT), son los de proporcionar métodos de Inspección y Mantenimiento para:

- Garantizar la integridad técnica de los tanques de almacenamiento.
- Garantizar que los equipos son seguros y no presentan riesgos para el medioambiente, cumpliendo con los cambios producidos en seguridad, salud y en el medio ambiente (SHE), incluyendo los requisitos legales.
- Optimizar la fiabilidad y disponibilidad de los tanques (por ejemplo, evitando paradas no programadas).
- Optimizar el trabajo de operaciones y mantenimiento, estando cubiertos con un plan de inspección/revisión y (si procede) un plan de END.

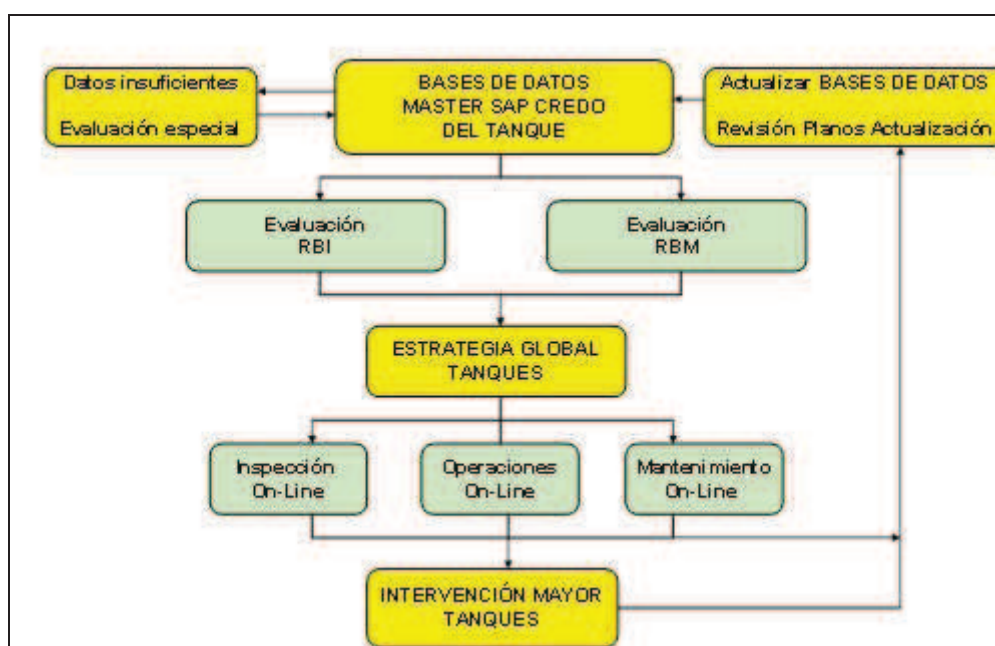
Esto se alcanzará aplicando un enfoque sistemático que combina las metodologías de inspección basada en el riesgo (RBI) y actividades de mantenimiento basadas en el riesgo (RBM). La aplicación de estas metodologías debe realizarse en conformidad con las legislaciones nacionales existentes en cada país.

La inspección basada en el riesgo (RBI) es una metodología para elaborar planes de inspección en base al análisis de riesgos tradicional. El mantenimiento basado en el riesgo (RBM) es la extensión de la metodología RBI a todas las actividades de Mantenimiento, es decir, no solo a recipientes a presión.

Las metodologías RBI/RBM se solapan en algunos de los componentes del tanque y los procesos de trabajo necesarios para establecer correctamente la "fecha de la siguiente inspección" o "vida remanente" requieren un sistema de gestión estructurado. Para ser

efectivo, el sistema de gestión se asegura de que todos los aspectos correspondientes a procesos de operación, inspección y mantenimiento se enfoquen de una manera eficiente respecto a los costes.

En la Figura 4.4 se muestra el diagrama de flujo general para el Sistema de Mantenimiento y Gestión de la Integridad de tanques.



**Figura 4.4** Diagrama de flujo del Sistema de Mantenimiento y Gestión de la integridad de tanques

#### 4. 3. 1. Propósito

Para poder cumplir con los objetivos marcados, será necesario disponer de un programa de inspección que tenga como propósito el contestar para cada parte del equipo o componente a estas cuatro preguntas:

1. ¿Qué tipo de daño buscar?
2. ¿Dónde buscar?
3. ¿Cómo?
4. ¿Cuándo?

La primera cuestión se refiere a los mecanismos de daño que pueden ocurrir en el equipo. Este conocimiento es el resultado de un análisis preliminar del equipo y de las inspecciones anteriores (histórico).

La segunda cuestión con la parte del equipo en donde los mecanismos de daño son susceptibles de producirse y concretamente, la localización de la zona de inspeccionar (100% alrededor de la boquilla, etc.)

La tercera pregunta trata sobre la naturaleza de los ensayos no destructivos (END) y sobre su eficacia. La elección de la eficacia de la inspección debe hacerse de acuerdo con el conocimiento y la experiencia del inspector pero también de acuerdo con la situación del equipo y con el mecanismo de daño.

La última pregunta tiene relación con el intervalo entre dos inspecciones sucesivas. Este concepto sustituye y complementa a la tradicional "periodicidad".

### **4. 3. 2. Descripción de componentes relacionados con la "Integridad"**

La integridad del tanque se alcanza cuando, bajo las condiciones especificadas de "diseño" no hay riesgo previsible de fallo que pueda poner en peligro la seguridad del personal, del entorno o que afecte al valor del equipo.

Para garantizar la integridad, un tanque deberá ser operado dentro de ciertos límites, inspeccionado y mantenido de forma eficaz y deberán estar previstos procedimientos y controles para gestionar cualquier desviación que pudiera ocurrir.

En el caso de los tanques de almacenamiento, los componentes relacionados con la integridad son el techo, las estructuras de soporte del techo, la envolvente, las vigas contraviento, fondo y la fundación o cimientos.

La función primordial de las inspecciones es la de establecer (preparar, definir, planificar y desarrollar y realizar actividades de inspección) planes de inspección que monitoricen eficazmente el deterioro de los componentes individuales realizando así el mantenimiento y las reparaciones de forma proactiva.

Las siguientes secciones contienen una vista general de los mecanismos de daño principales que se deben tener en cuenta para la gestión de las inspecciones y la gestión de riesgos de los tanques.

### **4. 3. 3. Mecanismos de fallo**

Los mecanismos de fallo más comunes y más graves para los tanques son la corrosión y el sobreesfuerzo.

Es importante que se aplique un plan de inspecciones adecuado para reducir la probabilidad de fallo de componentes críticos del tanque.

Respecto al potencial de una pérdida repentina de estanqueidad de un tanque, la zona más crítica es la unión del fondo con la envolvente.

Se deberá prestar especial atención al evaluar el efecto de la corrosión localizada en la envolvente o en el fondo. Estos mecanismos de fallo se explican brevemente a continuación:



### 4. 3. 3. 1. Corrosión

La corrosión en general, en combinación con picaduras por corrosión, puede darse tanto en el interior como en el exterior.

Al analizar la degradación por corrosión es importante que la velocidad de corrosión, la vida útil remanente y la zona afectada por la corrosión sean evaluadas.

La picadura local produce fugas pero si hubiera un número elevado de zonas con picaduras o corrosión localizada, con el tiempo se podría llegar a producir una fuga importante o una pérdida de estanqueidad repentina.

Las fugas por el fondo pueden causar degradación de los cimientos, perdiendo así el apoyo de las chapas del fondo y causando una pérdida de estanqueidad repentina.

Los siguientes párrafos identifican las causas de corrosión más comunes en los tanques de almacenamiento.

- **Corrosión interna**

Puede darse como resultado de la presencia de sustancias agresivas o contaminantes en el producto almacenado (a menudo en combinación con otros factores). Un ejemplo del efecto de sustancias agresivas es el caso de la corrosión en el espacio vapor.

La degradación de la parte superior del interior de la envolvente y el lado inferior del techo se produce debido a la presencia de componentes de azufre en la mezcla de vapores y aire bajo condiciones de humedad y temperatura relativamente altas.



**Figura 4.5** Perforación en el techo de un tanque por corrosión interna

Otro ejemplo de corrosión es la contaminación del fluido por la entrada y acumulación de agua en el tanque. Esto se puede deber al agua contenida en el fluido almacenado, filtración de agua de lluvia por el sello del techo flotante o por una fuga en el drenaje del techo. Cuando se mezcla con otros compuestos del fluido almacenado, el agua resultante puede ser muy ácida.

- **Corrosión bacteriana**

Puede representar un problema grave, el agua drenada de los tanques puede ser analizada por su acidez y la presencia de bacterias. Con bacterias activas, las velocidades de corrosión son mucho más altas que en los mecanismos de corrosión ‘normales’.



**Figura 4.6** Corrosión bacteriana en fondo de tanque

Con unas velocidades de degradación tan altas, se pueden producir daños graves dentro de los intervalos de inspección "estándar". En la Figura 4.6 puede apreciarse el fenómeno comentado, donde ha llegado a producirse la perforación del fondo del tanque.

Cuando esto ocurre, hay dos formas principales de prevenir la corrosión bacteriana, por un lado la aplicación de bactericidas y por otro, el recubrimiento interno del fondo del tanque.

- **Corrosión externa**

Puede tener lugar debido a una fundación de calidad inferior a la estándar. Esto se puede deber a los contaminantes presentes en los cimientos o por problemas ligados con el asentamiento del tanque.

Los contaminantes de los cimientos tales como arcilla, piedras, cenizas u otros materiales puntiagudos, pueden crear una célula de concentración de oxígeno en el punto en el que entran en contacto con el fondo del tanque. El área de contacto relativamente pequeña entre el fondo y los contaminantes se vuelve anódica y el resto del tanque, una zona muy grande, se vuelve catódico. El ataque acelerado en la zona de contacto resulta en picaduras de corrosión.



**Figura 4.7** Corrosión externa en la chapa marginal del tanque

Por problemas de un mal asentamiento puede entrar agua de lluvia por permeabilidad o capilaridad si la parte superior de los cimientos no es completamente lisa y esto llevará a la aparición de la corrosión allí donde el agua se estanca en el punto más alto de los cimientos y/o por el asentamiento de los bordes. En la Figura 4.7 puede apreciarse este caso concreto.

Los mecanismos de corrosión generales empeoran cuando los tanques se utilizan para almacenar líquidos calientes. En estos casos, a menudo los tanques se diseñan con configuraciones de fondo convexas. De todas formas, la corrosión acelerada de las chapas perimetrales del fondo es más probable cuando los tanques calentados se fabrican con fondos cóncavos.

- **Corrosión bajo aislamiento**

Es un problema potencialmente grave que se debe tener en cuenta en los tanques que poseen aislamiento. La entrada de agua en el aislamiento puede causar corrosión grave, manifestándose allí donde el agua se queda estancada y la degradación es alta por una temperatura elevada (del fluido almacenado).



**Figura 4.8** Corrosión bajo aislamiento en la envolvente de un tanque

Una vez indicados los tipos de corrosión más usuales que podemos encontrarnos en los tanques de almacenamiento, es necesario ver cómo podemos estimar la velocidad de corrosión, magnitud fundamental para conocer la vida remanente del componente del equipo que se evalúa.

Para ello la aplicación informática “SIMAGIT”, utilizada para aplicar la metodología RBI, toma dos valores para la velocidad de corrosión:

- La velocidad de corrosión calculada está basada en los resultados de la medición del espesor entre dos inspecciones pertinentes del componente. El espesor nominal del elemento puede ser utilizado para calcular la velocidad de corrosión real. Este valor se tomará como punto de partida. El programa realizará el cálculo de forma automática.
  - Para las chapas de la envolvente y el techo, la velocidad de corrosión real se basa en los resultados de las mediciones de espesor entre dos inspecciones del elemento o entre el valor nominal y una inspección del elemento. En este caso, las operaciones de inspección se pueden realizar con el tanque en servicio (inspecciones exteriores anuales) o fuera de servicio.
  - Para las chapas del fondo, la velocidad de corrosión real, se calculará con los datos obtenidos en inspecciones con el tanque fuera de servicio.
- La velocidad de corrosión teórica que el programa utiliza al introducirle valores teóricos que pueden provenir de:
  - Tabla publicada en la norma EEMUA 159<sup>[4]</sup>, Figura 4.9, y que contemplan datos para chapas de acero sin recubrimientos de pintura o revestimiento. Para las chapas, recubiertas o con un revestimiento protector, se corregirá la velocidad de corrosión mostrada en la tabla para compensar por el tipo, condición y fecha de aplicación del recubrimiento o revestimiento protector.

- La velocidad de corrosión real del fondo de otros tanques de la refinería con el mismo tipo de servicio e instalados sobre el mismo tipo de terreno/cimientos.

Stored Product	TANK						
	Bottom	Shell		Roof			
	Plates	Liquid exposed area	Gas exposed area	Fixed Roof		Floating Roof	
CRUDE High Sulfur content Low Sulfur content	0,4 - 0,8 0,3 - 0,5	0,2 - 0,4 0,1 - 0,3	0,4 - 0,6 0,2 - 0,4	(0,4 - 0,6) (0,2 - 0,4)	(0,4 - 0,6) (0,2 - 0,4)	0,4 - 0,6 0,2 - 0,4	0,5 - 0,7 0,3 - 0,5
INTERMEDIATE FEED Distillates	0,15 - 0,35	0,15 - 0,35	0,65 - 0,85	0,65 - 0,85	0,65 - 0,85	(0,15 - 0,35)	(0,65 - 0,85)
FUEL OIL Gas Oil Kerosene (Jet A1)	0,1 - 0,3 0,1 - 0,3	0,05 - 0,25 0,05 - 0,25	0,1 - 0,3 0,1 - 0,3	0,1 - 0,3 0,1 - 0,3	0,1 - 0,3 0,1 - 0,3	- -	- -
MOGAS Gasoline Naphtha	0,05 - 0,25 0,15 - 0,35	0,05 - 0,15 0,05 - 0,25	0,05 - 0,25 0,15 - 0,35	0,05 - 0,25 0,15 - 0,35	0,05 - 0,25 0,15 - 0,35	0,05 - 0,15 0,05 - 0,25	0,05 - 0,25 0,15 - 0,35
SLOPS AND AGGRESSIVE PRODUCTS	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8
CHEMICALS Acids with pH<5 Neutral liquids (5<pH<8) Acetone, Acrylate Alcohol, Methanol Styrene, Toluene... Caustic product pH>8	0,1 - 0,3 0,05 - 0,25 0,1 - 0,3 0,6 - 0,8	0,05 - 0,25 0,05 - 0,15 0,05 - 0,25 0,4 - 0,6	0,1 - 0,3 0,05 - 0,25 0,1 - 0,3 0,6 - 0,8	0,1 - 0,3 0,05 - 0,25 0,1 - 0,3 0,6 - 0,8	0,1 - 0,3 0,05 - 0,25 0,1 - 0,3 0,6 - 0,8	0,05 - 0,15 0,05 - 0,25 0,4 - 0,6	0,05 - 0,25 0,15 - 0,35 0,6 - 0,8

**Figura 4.9** Velocidad de corrosión teórica por componente para tanques de acero al carbono

#### 4. 3. 3. 2. Sobre esfuerzo

El sobre esfuerzo es el mecanismo de fallo que con más probabilidad derivará en un fallo mayor del tanque de almacenamiento.

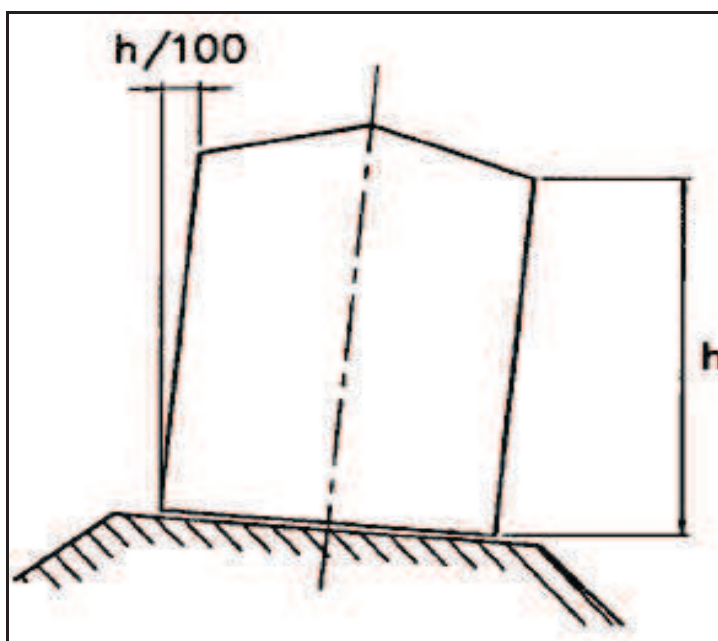
Unos cimientos insuficientes/degradados o la sobrepresión pueden dar como resultado un fallo catastrófico (pérdida repentina del contenido) del tanque de almacenamiento. Además de estos factores se deberán considerar los ciclos operativos del tanque de almacenamiento.

A lo largo de su vida útil, los tanques sufren esfuerzos mecánicos que pueden ser amplificados por un factor climático imposible de modelizar. Durante los ciclos de vaciado y llenado, la envolvente del tanque sufre esfuerzos circunferenciales significativos que generan una deformación elástica. Un tanque es un cilindro de pared fina, cerrado por lo menos en uno de sus extremos (el fondo).



Ya que el fondo no se puede deformar con la misma proporción que la envolvente, la deformación queda retenida por la pestaña marginal que inducen un esfuerzo significativo sobre los cordones de soldadura en la chapa perimetral (los esfuerzos se acercan a la fuerza de ruptura).

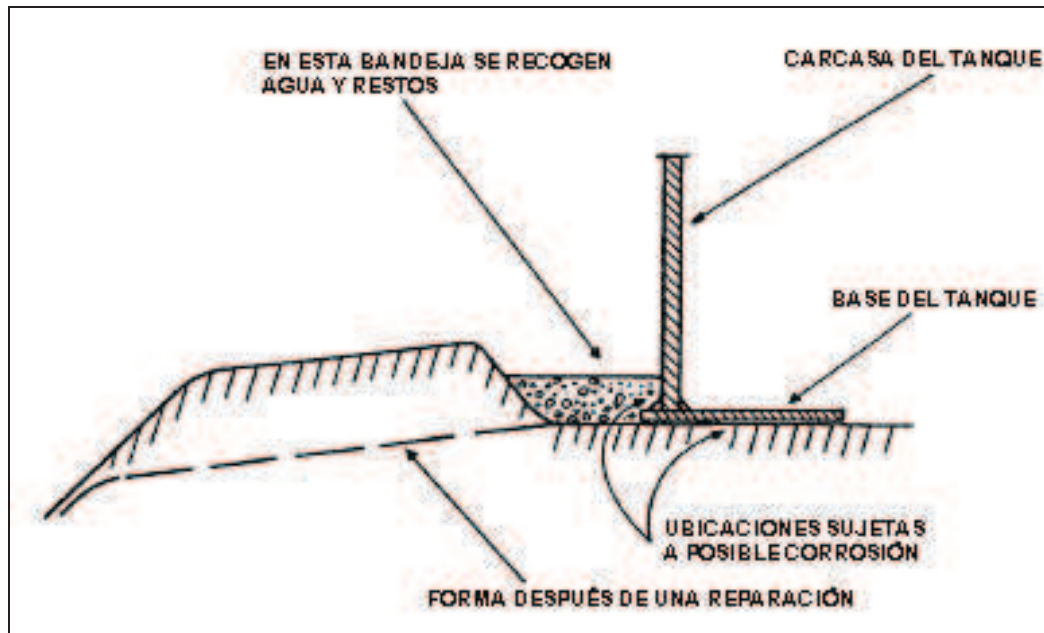
La chapa perimetral es un elemento vital para la resistencia del tanque y se calcula según el espesor de las chapas del fondo y de la envolvente, además de las características específicas de la soldadura. Si se aplican esfuerzos adicionales debido a un asentamiento del tanque excesivo o no equilibrado pueden ocurrir problemas graves. El asentamiento del tanque deberá ser monitorizado y estudiado en profundidad.



**Figura 4.10** Inclinación de los cimientos del tanque

Podría haber sobreesfuerzo en otras partes del tanque, en concreto en los puntos de unión de las soldaduras de las chapas del techo flotante, especialmente cuando el techo esté en la posición más baja y no se apoye uniformemente sobre sus patas (problema de la distribución de fangos residuales).

Si consideramos el fenómeno de la deformación de la envolvente (como consecuencia del hundimiento de los cimientos), podremos observar una sobrecarga sobre algunos cordones de soldadura y aparición de fisuras.



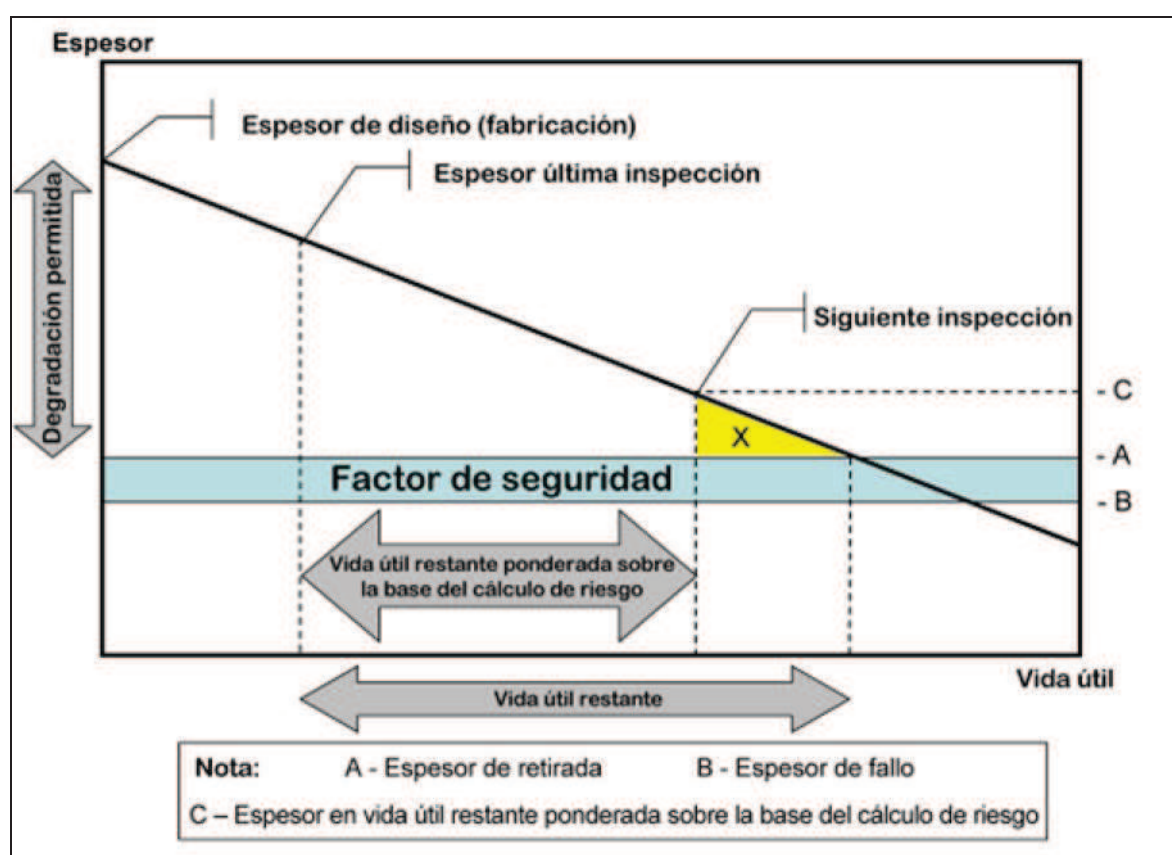
**Figura 4.11** Asentamiento de la envolvente del tanque en los cimientos

La acción del viento también puede ser fuente de deformaciones y fallos espectaculares. Para contrarrestarlo, a menudo es necesario añadir una o más vigas contraviento.

#### 4. 4. Descripción del modelo RBI

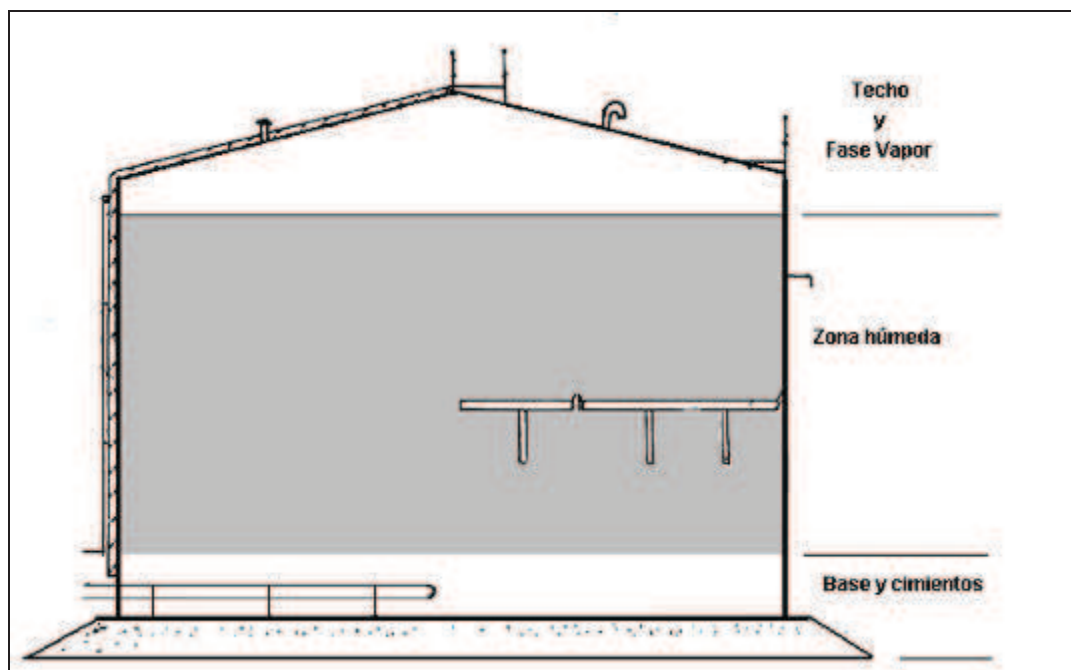
La metodología RBI descrita en la norma EEMUA 159<sup>[4]</sup> se centra solo en mecanismos de fallo "tendenciales", es decir en los que se pueda hallar una tendencia dependiente del tiempo.

Para el fondo, la envolvente y el techo, el mecanismo de degradación dominante es la corrosión, y su velocidad se supone que es lineal respecto al tiempo de servicio del tanque.



**Figura 4.12** Curva de tendencia de corrosión

La metodología se utiliza para establecer el factor de riesgo sobre la base de las probabilidades combinadas y las consecuencias de un fallo. Ya que la probabilidad (de que ocurra un fallo debido a la degradación) y las consecuencias (medioambiental, salud, seguridad y económica) varían según las diferentes secciones del tanque, el análisis se realiza sobre tres secciones específicas y de forma individual.



**Figura 4.13** Secciones por componentes en los tanques de almacenamiento

#### 4. 4. 1. Datos de partida

Para poder aplicar la metodología RBI a través del programa SIMAGIT, es necesario partir del conocimiento de datos básicos de los equipos, para ellos ha sido imprescindible recabar dichos datos de distintas fuentes.

El origen de la información ha sido:

- **Histórico de intervenciones:** En el archivo del Dpto. de Inspecciones, existe un histórico de todas las intervenciones realizadas en cada uno de los tanques desde la puesta en funcionamiento.
- **Planos de los equipos:** Necesarios para poder comprobar ciertas dimensiones y espesores nominales de los equipos. Los planos se van actualizando, conforme se producen modificaciones parciales o totales en los equipos.

- Inspecciones y revisiones de Mantenimiento Preventivo: La información aportada por las gamas, tanto de inspección como de mantenimiento, es fundamental para poder actualizar parte de los datos solicitados por la aplicación, destacando las tomas de espesores realizadas en la envolvente y en el techo de los tanques. Como ya se indico anteriormente, las gamas tienen una periodicidad anual, por lo que dicha información se podrá actualizar cada año.
- SAP (Sistema de gestión del mantenimiento): Proporciona información diversa, como las características técnicas (datos principales), el Historial de Mantenimiento y resultados de las pruebas sistemáticas, el Plan de Mantenimiento (preventivo y reparaciones), información sobre repuestos y la gestión de notificaciones de mantenimiento e inspección.
- Credo (Sistema de gestión de Inspecciones): Proporciona las siguientes funciones, características técnicas (transferidas desde SAP), Historial de Inspecciones, datos de Ensayos no Destructivo (END), análisis de las tendencias de los datos de END, Planes de inspección y notificaciones de trabajo (transferidas a SAP).
- Dossiers de reparaciones: De cada una de las intervenciones realizadas en los tanques, existe un dossier elaborado por la empresa encargada de la reparación. En esa documentación se recoge la información de las modificaciones realizadas y los ensayos no destructivos (END) realizados tras las reparaciones.

Una vez recopilado los datos de las fuentes indicadas, se irán introduciendo en las casillas correspondientes de la aplicación, en una primera pantalla denominada “General”. Esto será necesario para la posterior evaluación de la probabilidad y la consecuencia del modo de fallo de las tres secciones en las que se divide el tanque. En la Figura 4.13, puede verse la pantalla donde se introducirán dichos datos generales.

DATOS				
G	1	Numero de tanque		YT-983
G	2	Tipo de tanque		Techo Fijo
G	2a	Diametro (m)		12,19
G	2b	Altura (m)		9,92
G	2c	Capacidad (m3)		1042
G	3	Producto almacenado		M.D.O.
G	3a	Peso especifico del fluido		1,12
G	4	Fluido Representativo	(Ver Tabla 9 y 9a SMAGIT)	G.O
G	8a	Gas Inerte	S/N	n
G	9	Temperatura de almacenamiento °C	Por defecto (28)	30
G	10	Punto de inflamabilidad del producto	Ver Tabla 9 y 9a SMAGIT	60
G	5	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SMAGIT )	Clase 1 (Flash Point <= 21° C ) = 4 Clase 2 (Flash Point > 21° C y <= 55° C ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point =2 Clase 2 (Flash Point >= 21° C et <= 55° C ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point >= 55° C et <= 100° C ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point =0 Clase 3 (Flash Point >= 55° C et <= 100° C ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point =3 Clase UC (Flash Point >100° C ) = 0	0
G	6	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia toxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3
G	11	Existen serpentines de calentamiento	S/N	n
G	12	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada= 4 Conjunto de tanques en una pendiente= 3 Conjunto de tanques en zona plana= 2 Conjunto de tanques en zona separada= 0	2
G	13	Proximidad al valado del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública =1 (por defecto 0)	1
G	14	Estado del aislamiento	Sin aislamiento= sa Aislamiento en buen estado= be Aislamiento mal estado= me	sa
G	15	Condiciones Climaticas	Por defecto B	B
G	16	Estado del recubrimiento interior de las virolas	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	be
G	17	Estado del recubrimiento exterior de las virolas (Ver anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	be
G	18	Estado del recubrimiento del fondo (lado producto)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	be
G	19	Estado del recubrimiento del fondo (lado terreno)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	sr
G	20	Estado del recubrimiento del techo (lado producto)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	be
G	21	Estado del recubrimiento del techo (lado atmósfera)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	be

Figura 4.13 Pantalla para datos Generales



#### 4. 4. 2. Factor y Clasificación de Probabilidad

La clasificación de la probabilidad de que tenga lugar un modo de fallo concreto en cualquier componente de un tanque, es evaluada teniendo en cuenta las características que existen y que pueden influir en el modo del fallo. Estas 'influencias' están recogidas en el programa SIMAGIT.

Se presenta a continuación en las Figuras 4.14, 4.15 y 4.16 las pantallas usadas para cada uno de los tres componentes del tanque, fondo, envolvente y techo, para la probabilidad por el mecanismo de fallo por corrosión.

F	P1	Protección catódica por corriente impresa	Lecturas >0,85v = 0 Lecturas >0,6<0,85v = 1 Lecturas <0,6 y sin instalación = 2	2
F	P2	Protección catódica por ánodos de sacrificio	PC por ánodos disponible y operando = 0 PC por ánodos no disponible o sin operar = 2	0
F	P3	Factor del recubrimiento interno (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	1
F	P4	Factor del recubrimiento externo (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	2
F	P5A	Temperatura de almacenamiento	Almacenamiento de producto >85°C = 2 Almacenamiento de producto >40<85°C = 1 Almacenamiento de producto <40°C = 0	0
F	P5B	Tipo de fondo	Cono arriba = 0 Cono abajo = 2 Plano = 2	0
F	P5C	Existen serpentines de calentamiento	SI = 1 NO = 0	0
F	P6A	Corrosividad del producto (Ver Tabla 9 SIMAGIT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	2
F	P7	Tipo de fundación	Relleno tradicional de tierra granular o arena = 2 Relleno de arena con anillo anular de material granular grueso = 4/3 Relleno de arena con anillo anular de material granular grueso y con capa superior de arena aceitosa = 2/3 Anillo de hormigón con relleno de arena = 1/3 Losa de hormigón o con pilotes de hormigón = 0	0,33
F	P8	Altura de la fundación	Capa freática por debajo del borde superior de la cimentación = 0 Drenaje de contención adecuado para asegurar una base seca = 0 Drenaje no adecuado = 2	0
F	P9	Efectividad del drenaje	La pendiente del tanque permite el drenaje del fondo del tanque = 0 El agua puede permanecer bajo la base del tanque = 2 La base del tanque permanece con agua = 2	0
F	P13	FACTOR DE PROBABILIDAD DEL FONDO	$= (2^{P1} + 2^{P2} + 3^{P3} + 2^{P4} + 2^{P5A} + 2^{P5B} + 2^{P5C}) / (2^{P3} + 3^{P4} + 2^{P5A} + 2^{P5B} + 2^{P5C} + 3^{P6A} + 2^{P7} + 2^{P8} + 3^{P9})$	2,30

Figura 4.14 Pantalla para el cálculo del Factor de Probabilidad en el fondo del tanque

E	P1	Factor del recubrimiento interno (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	2
E	P2	Factor del recubrimiento externo (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	0
E	P3A	Temperatura de almacenamiento	Almacenamiento de producto >85°C = 2 Almacenamiento de producto >40<85°C = 1 Almacenamiento de producto <40°C = 0	0
E	P3B	Existen serpentines de calentamiento	SI = 1 NO = 0	0
E	P4	Corrosividad del producto (Ver Tabla 9 SIMAGT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	0
E	P5	Corrosividad de los vapores del producto (Ver Tabla 9 SIMAGT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	0
E	P6	Corrosión Bajo Aislamiento (CUI)	CUI probable = 2 Aislamiento en buena estado = 0 Tanque sin aislamiento = 0	0
E	P13	FACTOR DE PROBABILIDAD	$= (3 \cdot P1 + 3 \cdot P2 + 2 \cdot ((P3a + 3b)/2.5) + 2 \cdot ((P4 + P5)) + P6a) / 5$	1,20

**Figura 4.15** Pantalla para el cálculo del Factor de Probabilidad en la envolvente del tanque

T	P1	Factor del recubrimiento interno (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	0
T	P2	Factor del recubrimiento externo (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	0
T	P3a	Temperatura de almacenamiento	Almacenamiento de producto >85°C = 2 Almacenamiento de producto >40<85°C = 1 Almacenamiento de producto <40°C = 0	0
T	P5	Corrosividad del producto (Ver Tabla 9 SIMAGT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	0
T	P6	Gas de blanketing	SI = 0 No, pero la temperatura de almacenamiento es ≤ 1 = 0 No, pero la temperatura de almacenamiento es >1 = 1	0
T	P7a	Estructura soporte del techo situada lado interno	Posible corrosión por resqueño = 2 Corrosión por hendidura poco probable = 0 Estructura del techo en lado externo = 0 Techo autosoportado = 0 Techo tipo membrana = 0	2
T	P7b	Estructura soporte del techo situada en lado externo	Drenaje del agua de lluvia no adecuado = 2 Drenaje del agua de lluvia adecuado = 0 Estructura del techo en lado interno y con adecuado drenaje permanente = 0	0
T	P8	Corrosión bajo aislamiento (CUI)	CUI probable = 2 Aislamiento en buena estado = 0 Tanque sin aislamiento = 0	0
T	P13	FACTOR DE PROBABILIDAD DEL TECHO	$= (3 \cdot P1 + 3 \cdot P2 + 2 \cdot P3a + 4 \cdot P5 + P6 + \text{Max}(P7a, P7b) + P8) / 7$	0,29

**Figura 4.16** Pantalla para el cálculo del Factor de Probabilidad en el techo del tanque

A cada acción o característica se le asigna un valor, o ‘puntuación’ relacionada con la probabilidad de que ocurra, y por lo tanto cause el fallo, la corrosión. La fórmula utilizada en los modelos de cálculo para determinar el factor de probabilidad (PF) contiene además otros factores de peso para cada acción/característica, para reflejar su importancia relativa respecto a su influencia sobre la probabilidad de que ocurra el mecanismo de fallo. Las siguientes clasificaciones se pueden asignar a cada factor encontrado:

<b>Factor de Probabilidad (PF)</b>	<b>Clasificación de Probabilidad</b>
<b><math>PF \geq 3,0</math></b>	<b>Alto (H)</b>
<b><math>2,5 \leq PF &lt; 3,0</math></b>	<b>Medio (M)</b>
<b><math>2,15 \leq PF &lt; 2,5</math></b>	<b>Bajo (L)</b>
<b><math>PF &lt; 2,15</math></b>	<b>Inapreciable (N)</b>

**Figura 4.17** Clasificación de Probabilidad

#### 4. 4. 3. Factor y Clasificación de Consecuencia

Las consecuencias de un fallo causado por un mecanismo de fallo concreto también son evaluadas en el programa SIMAGIT. Para un modo de fallo podemos considerar tres categorías de consecuencias principales:

- Económicas
- Salud y seguridad
- Medioambientales

A su vez, cada una de estas categorías, se encuentra subdividida en "aspectos" que tienen asignadas a cada una de ellas puntuaciones o valoraciones.

A continuación se presentan las pantallas donde se incluyen todos los aspectos tenidos en cuenta para cada uno de los tres componentes del tanque, fondo, envolvente y techo, para el mecanismo de fallo por corrosión.

F	E10a	Tiempo de reparación	Gran reparación con entrada necesaria (>8meses) = 4 Gran reparación con entrada necesaria (3-8meses) = 3 Reparación intermedia con entrada necesaria (>3meses) = 2 Reparación intermedia sin entrada necesaria y sin límite de tiempo = 1	3
F	E10b	Coste de la reparación	> 50% del valor del tanque (tanque nuevo) = 4 10-50% del valor del tanque = 3 5-10% del valor del tanque = 2 <5% del valor del tanque o despreciable = 1	3
F	E10c	Magnitud probable de producto perdido	> 5% del contenido del tanque = 3 < 5% del contenido del tanque = 2 Sin pérdida de producto = 1	2
F	E10d	FACTOR DE CONSECUENCIA (Económico)	=Maximo de H10c or (H10a+H10b)/2	3,00
F	H9a	Probabilidad de lesiones personales	Lesiones graves o fatales en el lugar = 4 Tiempo perdido por lesión o tratamiento médico = 3 Lesión menor = 2 Sin lesión o evitada por poco = 0	2
F	H9b	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SIMACT)	Clase 1 (Flash Point < 21°C) = 4 Clase 2 (Flash Point > 21°C y <= 55°C) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 2 Clase 2 (Flash Point >= 21°C et <= 55°C) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point >= 55°C et <= 100°C) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 0 Clase 3 (Flash Point >= 55°C et <= 100°C) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase UC (Flash Point > 100°C) = 0	0
F	H9c	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia tóxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3
F	H9d	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada = 4 Conjunto de tanques en una pendiente = 3 Conjunto de tanques en zona plana = 2 Conjunto de tanques en zona separada = 0	2
F	H9e	Proximidad a la valla del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública = 1 (por defecto 0)	0
F	H9f	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	=Maximo de H9a or (H9b+H9c+H9d+H9e)/3	2,00
F	E11a	Consecuencias medioambientales respecto al terreno, agua y población próxima (daños/molestias/contaminación)	Daño grave/ molestias/ contaminación sobre un área extensa = 4 Se requiere restauración por contaminación ambiental = 3 Molestias ambientales que afectan a los vecinos = 2 Sin efecto sobre el medioambiente o inapreciable = 1	2
F	E11b	Emisión de vapores	Grande (>1000m³); Emisión nociva/tóxica = 3 Emisión nociva/tóxica pequeña = 2 Sin emisión nociva/tóxica o no apreciable = 1	2
F	E11c	FACTOR DE CONSECUENCIA (Medioambiental)		2,00
F	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL		3,00
F	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL	Si CF ≥ 3 = H; Si 3 > CF ≥ 2,5 = M Si 2,5 > CF ≥ 2 = L; Si CF < 2 = N	H

Figura 4.18 Pantalla para el cálculo del Factor de Consecuencia en el fondo del tanque



E	H9a	Probabilidad de lesiones personales	Lesiones graves o fatales en el lugar = 4 Tiempo perdido por lesión o tratamiento médico = 3 Lesión menor = 2 Sin lesión o evitada por poco = 0	2
E	H9b	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT)	Clase 1 (Flash Point $\leq 21^{\circ}\text{C}$ ) = 4 Clase 2 (Flash Point $> 21^{\circ}\text{C}$ y $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 2 Clase 2 (Flash Point $\geq 21^{\circ}\text{C}$ et $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 0 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase UC (Flash Point $> 100^{\circ}\text{C}$ ) = 3	0
E	H9c	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia tóxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3
E	H9d	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada = 4 Conjunto de tanques en una pendiente = 3 Conjunto de tanques en zona plana = 2 Conjunto de tanques en zona separada = 0	2
E	H9e	Proximidad a la valla del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública = 1 (por defecto 0)	0
E	H9f	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	2,00
E	E10a	Tiempo de reparación	Gran reparación con entrada necesaria ( $> 8$ meses) = 4 Gran reparación con entrada necesaria (3-8 meses) = 3 Reparación intermedia con entrada necesaria ( $> 3$ meses) = 2 Reparación intermedia sin entrada necesaria y sin límite de tiempo = 1	3
E	E10b	Coste de la reparación	$> 50\%$ del valor del tanque (tanque nuevo) = 4 10-50% del valor del tanque = 3 5-10% del valor del tanque = 2 $< 5\%$ del valor del tanque o despreciable = 1	3
E	E10c	Magnitud probable de producto perdido	$> 5\%$ del contenido del tanque = 3 $< 5\%$ del contenido del tanque = 2 Sin pérdida de producto = 1	1
E	E10d	FACTOR DE CONSECUENCIA (Económico)	= Máximo de H10c or (H10a+H10b)/2	3,00
E	E1'a	Consecuencias medioambientales respecto al terreno, agua y población próxima (daños/molestias/contaminación)	Daño grave/ molestias/ contaminación sobre un área extensa = 4 Se requiere restauración por contaminación ambiental = 3 Molestias ambientales que afectan a los vecinos = 2 Sin efecto sobre el medioambiente o inapreciable = 1	2
E	E1'b	Emisión de vapores	Grande ( $> 1000\text{m}^3$ ); Emisión nociva/tóxica = 3 Emisión nociva/tóxica pequeña = 2 Sin emisión nociva/tóxica o no apreciable = 1	2
E	E1'c	FACTOR DE CONSECUENCIA (Medioambiental)		2
E	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL		3,00
E	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL	Si $CF \geq 3$ = H; Si $3 > CF \geq 2,5$ = M Si $2,5 > CF \geq 2$ = L Si $CF < 2$ = N	H

Figura 4.19 Pantalla para el cálculo del Factor de Consecuencia en la envolvente del tanque

T	H9a	Probabilidad de lesiones personales	Lesiones graves o fatales en el lugar = 4 Tiempo perdido por lesión o tratamiento médico = 3 Lesión menor = 2 Sin lesión o evitada por poco = 0	3
T	H9b	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT)	Clase 1 (Flash Point < 21°C) = 4 Clase 2 (Flash Point > 21°C y <= 55°C) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 2 Clase 2 (Flash Point >= 21°C et <= 55°C) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point >= 55°C et <= 100°C) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 0 Clase 3 (Flash Point >= 55°C et <= 100°C) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase UC (Flash Point > 100°C) = 3	0
T	H9c	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia tóxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3
T	H9d	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada = 4 Conjunto de tanques en una pendiente = 3 Conjunto de tanques en zona plana = 2 Conjunto de tanques en zona separada = 0	2
T	H9e	Proximidad a la valla del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública = 1 (por defecto 0)	0
T	H9*	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	= Máximo de H9a or (H9b+H9c+H9d+H9e)/3	3,00
T	E10a	Tiempo de reparación	Gran reparación con entrada necesaria (>8 meses) = 4 Gran reparación con entrada necesaria (3-8 meses) = 3 Reparación intermedia con entrada necesaria (>3 meses) = 2 Reparación intermedia sin entrada necesaria y sin límite de tiempo = 1	3
T	E10b	Coste de la reparación	> 50% del valor del tanque (tanque nuevo) = 4 10-50% del valor del tanque = 3 5-10% del valor del tanque = 2 < 5% del valor del tanque o despreciable = 1	3
T	E10c	Magnitud probable de producto perdido	> 5% del contenido del tanque = 3 < 5% del contenido del tanque = 2 Sin pérdida de producto = 1	1
T	E10d	FACTOR DE CONSECUENCIA (Económico)	= Máximo de H10c or (H10a+H10b)/2	3,00
T	E1'a	Consecuencias medioambientales respecto al terreno, agua y población próxima (daños/molestias/contaminación)	Daño grave/ molestias/ contaminación sobre un área extensa = 4 Se requiere restauración por contaminación ambiental = 3 Molestias ambientales que afectan a los vecinos = 2 Sin efecto sobre el medioambiente o inapreciable = 1	2
T	E1'b	Emisión de vapores	Grande (>1000 m³); Emisión nociva/tóxica = 3 Emisión nociva/tóxica pequeña = 2 Sin emisión nociva/tóxica o no apreciable = 1	2
T	E1'c	FACTOR DE CONSECUENCIA (Medioambiental)		2
T	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL		3,00
T	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL	Si CF ≥ 3 = H; Si 3 > CF ≥ 2,5 = M Si 2,5 ≥ CF ≥ 2 = L; Si CF < 2 = N	H

Figura 4.20 Pantalla para el cálculo del Factor de Consecuencia en el techo del tanque

Para cada categoría se calcula un factor de consecuencias (CF), a partir de las puntuaciones a las que se ha asignado una clasificación de consecuencias. El peor caso (la categoría con el factor de consecuencias más alto) determina la clasificación global de las consecuencias del modo de fallo considerado.



Factor de Consecuencias (CF)	Clasificación de Consecuencias
$CF \geq 3,0$	Alto (H)
$2,5 \leq CF < 3$	Medio (M)
$2,0 \leq CF < 2,5$	Bajo (L)
$CF < 2,0$	Inapreciable (N)

Figura 4.21 Clasificación de Consecuencias

#### 4. 4. 4. Clasificación del Riesgo

Los resultados de la probabilidad y las consecuencias se utilizan como coordenadas para la matriz de evaluación del riesgo que se muestra más abajo, y de esta forma se establecerá la clasificación del riesgo apropiada. Posteriormente, la clasificación del riesgo de las secciones del tanque deberá ser evaluada en cuanto a su aceptabilidad.

PROBABILIDAD	ALTO	M	H	E	E
	MED	L	M	H	E
	BAJO	N	L	M	H
	NEG.	N	N	L	M
CONSECUENCIA		NEG.	BAJO	MED	ALTO

Figura 4.22 Matriz de evaluación del riesgo

Las zonas de colores de la matriz indican la clasificación del riesgo de las secciones de tanque evaluadas. La leyenda para el código de colores es la siguiente:

Riesgo	EXTREMO	ALTO	MEDIO	BAJO	INAPRECIABLE
Clasificación	E	H	M	L	N
K	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95

**Figura 4.23** Factor de Clasificación del Riesgo

El color indicado en la celda para cada zona de clasificación de riesgo es el factor de clasificación del riesgo “K”. El valor de dicho factor, representa la disminución de la vida remanente del componente del tanque que se evalúa, en un porcentaje que va desde el 5% al 25%, según se clasifique desde “N” a “E”.

#### 4. 3. 5. Identificación de la siguiente “intervención mayor”

El resultado del modelo de evaluación del tanque mediante RBI es el “factor de clasificación del riesgo K”, la combinación de éste y de la vida remanente calculada se utiliza para determinar el intervalo de tiempo hasta la siguiente inspección. El intervalo hasta la siguiente inspección se establece utilizando la siguiente fórmula:

$$II = (K+C) \times RL \quad (4.1)$$

Donde:

**II** = intervalo de inspección

**RL** = vida remanente

**K** = factor de clasificación del riesgo

**C** = factor de clasificación del crédito

**Nota:**  $K' = (K+C)$ , el factor de clasificación del riesgo ajustado no puede ser superior a 1

El factor de clasificación del crédito se establece sobre la base de la calidad y alcance del histórico de inspecciones y una revisión de la estabilidad del tanque basada en las observaciones de la deformación de la envolvente y las condiciones de las vigas contraviento.

El factor predominante para determinar la fecha de la siguiente inspección será el componente (fondo, envolvente o techo) con el intervalo calculado más bajo. La fecha de la siguiente inspección puede ser pospuesta por la mitigación de la clasificación del riesgo.

En las Figuras 4.24, 4.25 y 4.26 se presentan las pantallas donde se deberá introducir todos los datos relacionados con el factor de clasificación del crédito e histórico de inspecciones, determinándose al final del proceso de cálculo la próxima fecha de inspección, para cada uno de los componentes estudiados.

F	K	Factor de clasificación de riesgo (factor k) del fondo del tanque		0,85
F	CR1	Puntos de crédito por la utilización de métodos EHD y alcance cubierto (Ver guía SIMAGIT)	Clasificación A= 0,1 Clasificación B= 0,05 Clasificación C= 0	0,10
F	CR2	Frecuencia de inspecciones realizadas durante la vida útil del tanque	Inspecciones múltiples realizadas = 0,1 Inspecciones mínimas o sin datos = 0	0,00
F	C	Suma de créditos	CR1 + CR2	0,10
F	K'	Factor de confianza ajustado (factor K')	(factor K + C) Deber ser < 1	0,95
F	LI	Fecha de la última inspección	Datos del historico	agosto-04
F	CT	Espesor de construcción o espesor remanente en anterior inspección (mm)	Datos del historico (Valor nominal o mínimo no reparado)	7,00
F	LT	Espesor medido tras última inspección (mm)	Datos del historico	2,50
F	RT	Espesor de retiro (mm)	Datos del historico	2,50
F	PBI	Periodo entre G.R./Construcción y última inspección (años)	Datos del historico	35,0
F	CCR	Tasa de corrosión calculada (mm/año)	Datos del historico, si no existe intervención será "0"	0,13
F	TCR	Tasa de corrosión teórica (mm/año)	"Ver Guía SIMAGIT 3.2.2"	0,10
F	AFP	Factor de aceleración debido a la corrosión por picaduras:	CR >= 0,5 mm/año = 1,15 0,3 <= CR < 0,5 mm/año = 1,10 0,1 <= CR < 0,3 mm/año = 1,05 CR < 0,1 mm/año = 1,0	1,05
F	ACR	Tasa de corrosión ajustada (mm/año)		0,14
F	RL	Vida remanente mínima del fondo (años)		22,22
F	PNI	Periodo hasta la próxima inspección (años)	Mínimo de 20 o (K' x RL)	20,00
F	NCT	Espesor tras última intervención (mm)	Si se cambia fondo completo (valor nominal en mm) Si se realiza reparación parcial (Valor mínimo remanente dejado en mm)	5,50
F	NI	Próxima fecha de inspección	" = PNI + LT"	agosto-24

Figura 4.24 Pantalla con resultado final para el fondo del tanque

E	K	Factor de clasificación de riesgo (factor k) de la envolvente del tanque		0,90
E	CR1	Puntos de crédito por la utilización de métodos END y alcance cubierto (Ver guía SIMAGIT)	Clasificación A= 0,1 Clasificación B= 0,05 Clasificación C= 0	0,00
E	CR2	Frecuencia de inspecciones realizadas durante la vida útil del tanque	Inspecciones múltiples realizadas = 0,1 Inspecciones mínimas o sin datos = 0	0,1
E	CR3	Corrosión en las vigas contraviento	Existe corrosión pero no afecta a la integridad = 0 Existe corrosión y afecta a la integridad = -0,1 No existe corrosión = 0	0,0
E	CR4	Pandeo en las chapas de la envolvente	Existe pandeo pero no afecta a la integridad = 0 Existe pandeo y afecta a la integridad = -0,1 No existe pandeo = 0	0,0
E	CR5	Momentos flectores en las tubuladuras del tanque	Existen pero no afecta a la integridad = 0 Existen y afecta a la integridad de tanque = -0,1 No existen = 0 Existen elementos para reducir los esfuerzos en las tubuladuras = 0	0,0
E	C	Suma de créditos	= CR1+CR2+CR3+CR4+CR5	0,10
E	K'	Factor de confianza ajustado (factor K')	(factor K + C) Deber ser < 1	1,00
E	LI	Fecha de la última inspección	Datos del historico	mayo-12
E	SN	Número de virolas		6
E	PBI	Periodo entre última G.R/Construcción y última inspección (años)		7,78
E	CCR	Tasa de corrosión calculada (mm/año)		0,03
E	ICR	Tasa de corrosión teórica (mm/año)	"Ver guía SIMAGIT 3.2.2"	0,10
E	AFP	Factor de aceleración debido a la corrosión por picaduras	CR >= 0,5 mm/año = 1,4 0,3 <= CR < 0,5 mm/año = 1,2 0,1 <= CR < 0,3 mm/año = 1,1 CR < 0,1 mm/año = 1,0	1,10
E	ACR	Tasa de corrosión ajustada (mm/año)		0,11
E	RL	Vida remanente mínima de la envolvente (años)		16,36
E	PNI	Periodo hasta la próxima inspección (años)	Mínimo de 20 o K' x RLC	16,00
E	NI	Próxima fecha de inspección	"=LI+NI"	mayo-28

Figura 4.25 Pantalla con resultado final para la envolvente del tanque

T	K	Factor de clasificación de riesgo (factor k) de la envolvente del tanque	Según Matriz de Riesgo	0,85
T	CR1	Puntos de crédito por la utilización de métodos FND y alcance cubierto (Ver guía SIMAGIT)	Clasificación A= 0,1 Clasificación B= 0,05 Clasificación C= 0	0,00
T	CR2	Frecuencia de inspecciones realizadas durante la vida útil del tanque	Inspecciones múltiples realizadas = 0,1 Inspecciones mínimas o sin datos = 0	0,10
T	C	Suma de créditos	CR1 + CR2	0,10
T	K'	Factor de confianza ajustado (factor K')	(factor K + C) Deber ser < 1	0,95
T	LI	Fecha de la última inspección	Datos del historico	mayo-12
T	CT	Espesor de construcción o espesor remanente en anterior inspección (mm)	Datos del historico (Valor nominal o mínimo no reparado)	5,00
T	RT	Espesor de retirar (mm)	Datos del historico	2,50
T	LT	Espesor medido tras última inspección (mm)	Datos del historico	5,00
T	PBI	Periodo entre última G.R/Construcción y última inspección (años)		7,75
T	CCR	Tasa de corrosión calculada (mm/año)	Datos del historico, si no existe intervencion sera "0"	0,00
T	TCR	Tasa de corrosión teórica (mm/año)	"Ver Guia SIMAGIT 3.2.2"	0,10
T	AF <sup>2</sup>	Factor de aceleración debido a la corrosión por picaduras	CR ≥ 0,5 mm/año =1,15 0,3 < CR < 0,5 mm/año =1,10 0,1 < CR < 0,3 mm/año =1,05 CR < 0,1 mm/año =1,0	1,05
T	ACR	Tasa de corrosión ajustada (mm/año)		0,11
T	RL	Vida remanente mínima del techo (años)		23,01
T	PNI	Periodo hasta la próxima inspección (años)	Mínimo de 20 o (K' x RL)	20,00
T	NI	Próxima fecha de inspección	"=NI+ LI	mayo-32

**Figura 4.26** Pantalla con resultado final para el techo del tanque

En el caso en que no haya un histórico, con mediciones de espesor, tipo de fundación y falta de otros datos, para la evaluación inicial se deberá introducir el caso del peor riesgo posible. En estas circunstancias es probable que el modelo ofrezca una evaluación de riesgo alta, sin embargo los factores del fluido almacenado y de capacidad proporcionarán una fecha para la siguiente inspección que priorizará los datos de forma eficaz.

La realización de la inspección de campo lleva al proceso de verificación y evaluación de los resultados que, a su vez, se utilizarán para compararlos con datos existentes y establecer una "condición de partida" del tanque considerado.

Esta "condición de partida" es una referencia esencial para establecer una indicación inicial para las tendencias, necesaria para determinar la primera intervención mayor en el tanque.

#### 4. 5. Modificaciones introducidas en la aplicación “SIMAGIT”

En este apartado se indican los cambios introducidos en la aplicación informática SIMAGIT, una vez estudiado el funcionamiento del programa y analizadas las normas EEMUA 159<sup>[4]</sup> (Guía de usuarios para la inspección, mantenimiento y reparación de tanques de almacenamiento verticales de acero) y el código API 653<sup>[1]</sup> (Inspección, reparación, modificación y reconstrucción de tanques), en las que está basado el desarrollo de la aplicación informática.

Con las modificaciones realizadas, se ha conseguido por una parte, agilizar la introducción de datos básicos, consiguiendo hacerla menos tediosa. Por otra parte, también se han incluido en el programa algunos apartados no tenidos en cuenta en la versión inicial y que se encuentran incluidos en la norma EEMUA 159<sup>[4]</sup>, con el objeto de realizar una aplicación más exhaustiva y completa. Los principales cambios realizados son:

- Introducción de un formato condicional en la plantilla de resultados, con el objeto de resaltar la tasa de riesgo de cada uno de los componentes estudiados con su color asociado a la matriz de riesgo.
- Asociación de una base de datos de los tanques existentes en la Planta de Distribución, con datos técnicos y de productos almacenados (diámetro, altura, densidad, etc.). Con eso conseguimos introducir los datos del apartado “General”, con muy pocas modificaciones al crear la evaluación de un nuevo tanque.
- Creación también de listas de selección desplegables en varias casillas, con el fin de solo permitir la introducción de los datos requeridos (G5-G21).
- Para el cálculo del factor de consecuencias, se ha incluido un aspecto económico, a los ya existentes y que están fundamentados en seguridad, salud y medioambiente. Este nuevo aspecto está incluido en el modelo desarrollado por la norma EEMUA 159<sup>[4]</sup> y tiene relación con el tiempo y el coste de la reparación.

- Respecto a los tipos de fundación existentes para los fondos, se ha incluido el tipo de anillo de hormigón relleno de arena/tierra, que es el más común en la Refinería Gibraltar-San Roque y no era contemplado anteriormente.
- Se ha automatizado la asignación del factor de clasificación del riesgo (N; L; M; H; E) para los distintos componentes del tanque, una vez obtenidos el factor de probabilidad y consecuencia. Esa asignación era realizada de forma manual a través de la propia matriz del riesgo.
- Par la tasa de corrosión calculada (para cada uno de los componentes) se ha realizado la automatización del cálculo, en función de los espesores medidos en las últimas intervenciones o inspecciones consecutivas.
- Se ha añadido un factor de aceleración debido a la corrosión por picaduras, contemplado en la norma EEMUA 159<sup>[4]</sup> que no se había tenido en cuenta en la versión inicial del programa.
- Por último, se ha programado una macro, capaz de crear el Plan de Inspección y Mantenimiento de forma automática con los datos obtenidos de los distintos tanques evaluados y mostrando que componente requiere de intervención mayor o próxima inspección.

- [1] API 653 (Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction)

- [2] API RP 580 (Risk-Based Inspection)

- [3] API RP 581 (Risk-Based Inspection Technology)

- [4] EEMUA 159 (User's Guide to the inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tanks)

- [5] API 650 (Welded steel tanks for Oil storage)



### 5. 1. Aplicación de la evaluación al tanque YT-101

A continuación, se aporta un ejemplo para ilustrar el funcionamiento de la aplicación SIMAGIT. El equipo elegido para este ejemplo es el tanque de almacenamiento de crudo YT-101, perteneciente a la unidad del Sistema de Crudo y uno de los tres tanques con mayor capacidad de la Refinería.

SIMAGIT establece cinco partes diferenciadas en el análisis de cada equipo:

- Datos generales del equipo (G)
- Datos del fondo del equipo (F)
- Datos de la envolvente del equipo (E)
- Datos del techo del equipo (T)
- Resultados

Cada parte, además de llevar una inicial en la primera columna de la tabla (G, F, E, T), también se diferencian mediante la asignación de diferentes colores de las plantillas.

Con el fin de clarificar al máximo la forma de proceder en la evaluación, se enumeran los pasos seguidos en el proceso.

#### Paso 1: Datos generales del equipo

La parte correspondiente a los datos generales del equipo, podemos considerar que se divide en dos partes diferentes, la primera incluye los datos básicos del equipo; número de tanque, tipo de tanque, dimensiones, características del producto almacenado y condiciones de almacenamiento.

Esta pantalla se muestra en la Figura 5.1.

DATOS				
G	1	Numero de tanque		YI-101
G	2	Tipo de tanque		Techo Flotante
G	2a	Diámetro (m)		83,60
G	2b	Altura (m)		23,16
G	2c	Capacidad (m3)		121688
G	3	Producto almacenado		CRUDO LS
G	3a	Peso específico del fluido		1,17
G	4	Fluido Representativo	(Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT)	CQLS
G	8a	Gas Inerte	S/N	n
G	9	Temperatura de almacenamiento °C	Por defecto (28)	28
G	10	Punto de inflamabilidad del producto	Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT	0
G	5	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT)	Clase 1 (Flash Point $\leq 21^{\circ}\text{C}$ ) = 4 Clase 2 (Flash Point $> 21^{\circ}\text{C}$ y $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 2 Clase 2 (Flash Point $\geq 21^{\circ}\text{C}$ et $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 0 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase UC (Flash Point $> 100^{\circ}\text{C}$ ) = 0	4
G	6	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia tóxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3

**Figura 5.1** Datos generales del equipo (1ª parte)

De esta parte, indicar que es necesaria la utilización de varias tablas (Tabla 9 y 9a), que están incluidas en la Guía de aplicación de SIMAGIT, la cual se encuentra en el anexo 9.3.

En la segunda parte, se incluyen datos relativos a la ubicación del tanque así como el estado del recubrimiento de los distintos componentes del tanque. Esta pantalla se muestra en la Figura 5.2.

G	11	Existen serpentines de calentamiento	S/N	s
G	12	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada= 4 Conjunto de tanques en una pendiente= 3 Conjunto de tanques en zona plana= 2 Conjunto de tanques en zona separada= 0	2
G	13	Proximidad al vallado del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública =1 (por defecto 0)	1
G	14	Estado del aislamiento	Sin aislamiento= sa Aislamiento en buen estado= be Aislamiento mal estado= me	sa
G	15	Condiciones Climáticas	Por defecto B	B
G	16	Estado del recubrimiento interior de las virolas	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	sr
G	17	Estado del recubrimiento exterior de las virolas (Ver anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	be
G	18	Estado del recubrimiento del fondo (lado producto)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	me
G	19	Estado del recubrimiento del fondo (lado terreno)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	sr
G	20	Estado del recubrimiento del techo (lado producto)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	me
G	21	Estado del recubrimiento del techo (lado atmósfera)(Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= sr Recubrimiento en buen estado= be Recubrimiento en mal estado= me	be

Figura 5.2 Datos generales del equipo (2ª parte)

Paso 2: Cálculo del Factor de Probabilidad en el fondo del tanque

En este momento, se comienza con la evaluación del riesgo del componente fondo, empezando por el cálculo del Factor de Probabilidad. Los datos requeridos están relacionados con la posibilidad de la existencia de corrosión en el fondo, necesitando información sobre el tipo de fondo, fundación, estado del recubrimiento interno y externo, corrosividad del producto, etc.

Las casillas que aparecen marcadas en un tono gris, son datos ya calculados en función de las pantallas anteriores (Datos Generales), y no pueden ser modificados en esas casillas.

F	P1	Protección catódica por corriente impresa	Lecturas $>0,85v = 0$ Lecturas $>0,6 < 0,85v = 1$ Lecturas $<0,6$ u sin instalación = 2	2
F	P2	Protección catódica por ánodos de sacrificio	PC por ánodos disponible y operando = 0 PC por ánodos no disponible o sin operar = 2	0
F	P3	Factor del recubrimiento interno (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	1
F	P4	Factor del recubrimiento externo (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento = 2 Recubrimiento en buen estado = 0 Recubrimiento en mal estado = 1	2
F	P5A	Temperatura de almacenamiento	Almacenamiento de producto $>85^{\circ}C = 2$ Almacenamiento de producto $>40 < 85^{\circ}C = 1$ Almacenamiento de producto $<40^{\circ}C = 0$	0
F	P5B	Tipo de fondo	Cono arriba = 0 Cono abajo = 2 Plano = 2	0
F	P5C	Existen serpentines de calentamiento	SI = 1 NO = 0	1
F	P6A	Corrosividad del producto (Ver Tabla 9 SIMAGIT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	1
F	P7	Tipo de fundación	Relleno tradicional de tierra granular o arena = 2 Relleno de arena con anillo anular de material granular grueso = 4/3 Relleno de arena con anillo anular de material granular grueso y con capa superior de arena aceitosa = 2/3 Anillo de hormigón con relleno de arena = 1/3 Losa de hormigón o con pilotes de hormigón = 0	0,33
F	P8	Altura de la fundación	Capa freática por debajo del borde superior de la cimentación = 0 Drenaje de contención adecuado para asegurar una base seca = 0 Drenaje no adecuado = 2	0
F	P9	Efectividad del drenaje	La pendiente del tanque permite el drenaje del fondo del tanque = 0 El agua puede permanecer bajo la base del tanque = 2 La base del tanque permanece con agua = 2	0
F	P13	FACTOR DE PROBABILIDAD DEL FONDO	$= (2 \cdot P1 + P2 + 3 \cdot P3 + 2 \cdot P4 + 2 \cdot (P5a + P5b + P5c) / 2,5) + 4 \cdot P6a + 5 \cdot P7 + 2 \cdot P8 + 3 \cdot P9 / 9$	1,94

**Figura 5.3** Evaluación del Riesgo: Factor de Probabilidad del fondo

Con todo ello, se obtiene un Factor de Probabilidad de 1,94, que como vemos en la Figura 5.4, corresponde a un Factor de Probabilidad “N”. Esto indica que en este caso, la probabilidad de que exista daño por el mecanismo de fallo por corrosión en el fondo del tanque es inapreciable.

F	PF	FACTOR DE PROBABILIDAD	Si $PF \geq 3 = H$ Si $2,5 \geq PF \geq 2,15 = L$	Si $3 > PF \geq 2,5 = M$ Si $PF < 2,15 = N$	N
---	----	------------------------	--	--	---

**Figura 5.4** Evaluación del Riesgo: Factor de Probabilidad del fondo

### Paso 3: Cálculo del Factor de Consecuencia en el fondo del tanque

Continuando con la evaluación del riesgo del componente fondo, seguimos con el cálculo del Factor de Consecuencia. Los datos requeridos están relacionados con aspectos económicos, salud, seguridad y medioambientales.

F	E10a	Tiempo de reparación	Gran reparación con entrada necesaria (>8meses) = 4 Gran reparación con entrada necesaria (3-8meses) = 3 Reparación intermedia con entrada necesaria (>3meses) = 2 Reparación intermedia sin entrada necesaria y sin límite de tiempo = 1	4,00
F	E10b	Coste de la reparación	> 50% del valor del tanque (tanque nuevo) = 4 10-50% del valor del tanque = 3 5-10% del valor del tanque = 2 <5% del valor del tanque o despreciable = 1	3,00
F	E10c	Magnitud probable de producto perdido	> 5% del contenido del tanque = 3 < 5% del contenido del tanque = 2 Sin pérdida de producto = 1	2,00
F	E10d	FACTOR DE CONSECUENCIA (Económico)	=Maximo de H10c or (H10a+H10b)/2	3,50
F	H9a	Probabilidad de lesiones personales	Lesiones graves o fatales en el lugar = 4 Tiempo perdido por lesión o tratamiento médico = 3 Lesión menor = 2 Sin lesión o evitada por poco = 0	2
F	H9b	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT)	Clase 1 (Flash Point <= 21° C) = 4 Clase 2 (Flash Point > 21°C y <= 55°C) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 2 Clase 2 (Flash Point >= 21°C et <= 55°C) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point >= 55°C et <= 100°C) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 0 Clase 3 (Flash Point >= 55°C et <= 100°C) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase UC (Flash Point >100°C) = 0	4
F	H9c	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia tóxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3
F	H9d	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada = 4 Conjunto de tanques en una pendiente = 3 Conjunto de tanques en zona plana = 2 Conjunto de tanques en zona separada = 0	2
F	H9e	Proximidad a la valla del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública = 1 (por defecto 0)	1
F	H9f	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	=Maximo de H9a or (H9b+H9c+H9d+H9e)/3	3,33
F	E11a	Consecuencias medioambientales respecto al terreno, agua y población próxima (daños/molestias/contaminación)	Daño grave/ molestias/ contaminación sobre un área extensa = 4 Se requiere restauración por contaminación ambiental = 3 Molestias ambientales que afectan a los vecinos = 2 Sin efecto sobre el medioambiente o inapreciable = 1	3
F	E11b	Emisión de vapores	Grande (>1000m3); Emisión nociva/tóxica = 3 Emisión nociva/tóxica pequeña = 2 Sin emisión nociva/tóxica o no apreciable = 1	1
F	E11c	FACTOR DE CONSECUENCIA (Medioambiental)		3,00
F	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL		3,50
F	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL	Si CF ≥ 3 = H; Si 3 > CF ≥ 2,5 = M Si 2,5 ≥ CF ≥ 2 = L Si CF < 2 = N	H

**Figura 5.5** Evaluación del Riesgo: Factor de Consecuencia del fondo

Se hallarán tres Factores de Consecuencia (Económico, Salud y Seguridad, y Medioambiental) y la aplicación toma el de mayor valor como el Factor de Consecuencia Global, siendo en este caso el Factor de Consecuencia Económico, con un valor de 3,5. Esto indica que la consecuencia de que exista daño por el mecanismo de fallo por corrosión en el fondo del tanque es alto (H).



#### Paso 4: Cálculo del Factor de Clasificación del Riesgo y fecha de próxima inspección en el fondo del tanque

Una vez obtenidos, el Factor de Probabilidad y de Consecuencia, la aplicación nos mostrará el Factor de Clasificación de Riesgo, siendo medio (M) para este ejemplo y correspondiendo a un Factor K de 0,85.

Los siguientes datos necesarios tendrán relación con las inspecciones realizadas previamente al equipo, así como la “calidad” de dichas inspecciones. Con todo esto se logra obtener la fecha de la próxima inspección para el fondo del equipo, para este ejemplo diciembre de 2013.

F	RR	Factor de clasificación de riesgo general del fondo del tanque	Según Matriz de Riesgo	M
F	K	Factor de clasificación de riesgo (factor k) del fondo del tanque		0,85
F	CR1	Puntos de crédito por la utilización de métodos END y alcance cubierto (Ver guía SIMAGIT)	Clasificación A= 0,1 Clasificación B= 0,05 Clasificación C= 0	0,05
F	CR2	Frecuencia de inspecciones realizadas durante la vida útil del tanque	Inspecciones múltiples realizadas = 0,1 Inspecciones mínimas o sin datos = 0	0,0
F	C	Suma de créditos	CR1 + CR2	0,05
F	K'	Factor de confianza ajustado (factor K')	(factor K + C) Deber ser < 1	0,90
F	LI	Fecha de la última inspección	Datos del historico	diciembre-96
F	CT	Espesor de construcción o espesor remanente en anterior inspección (mm)	Datos del historico (Valor nominal o mínimo no reparado)	6,35
F	LT	Espesor medido tras última inspección (mm)	Datos del historico	4,50
F	RT	Espesor de retiro (mm)	Datos del historico	2,50
F	PBI	Periodo entre G.R/Construcción y última inspección (años)	Datos del historico	26,0
F	CCR	Tasa de corrosión calculada (mm/año)	Datos del historico, si no existe intervención será "0"	0,07
F	TCR	Tasa de corrosión teórica (mm/año)	"Ver Guía SIMAGIT 3.2.2"	0,10
F	AFP	Factor de aceleración debido a la corrosión por picaduras	CR >= 0,5 mm/año = 1,15 0,3 <= CR < 0,5 mm/año = 1,10 0,1 <= CR < 0,3 mm/año = 1,05 CR < 0,1 mm/año = 1,0	1,05
F	ACR	Tasa de corrosión ajustada (mm/año)		0,11
F	RL	Vida remanente mínima del fondo (años)		19,05
F	PNI	Periodo hasta la próxima inspección (años)	Mínimo de 20 o (K' x RL)	17,00
F	NCT	Espesor tras última intervención (mm)	Si se cambia fondo completo (valor nominal en mm) Si se realiza reparación parcial (Valor mínimo remanente dejado en mm)	4,50
F	NI	Próxima fecha de inspección	" = PNI + LT"	diciembre-13

**Figura 5.6** Evaluación del Riesgo: Factor de Clasificación del Riesgo en el fondo

### Paso 5: Cálculo del Factor de Probabilidad en la envolvente del tanque

Se forma similar al fondo, se comienza con la evaluación del riesgo del componente envolvente, empezando por el cálculo del Factor de Probabilidad. Los datos requeridos están relacionados con la posibilidad de la existencia de corrosión en la envolvente, necesitando información sobre el recubrimiento interno y externo, la temperatura de almacenamiento, la corrosividad del producto y la posibilidad de tener CUI.

E	P1	Factor del recubrimiento interno (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= 2 Recubrimiento en buen estado= 0 Recubrimiento en mal estado= 1	2
E	P2	Factor del recubrimiento externo (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= 2 Recubrimiento en buen estado= 0 Recubrimiento en mal estado= 1	0
E	P3A	Temperatura de almacenamiento	Almacenamiento de producto >85°C = 2 Almacenamiento de producto >40<85°C = 1 Almacenamiento de producto <40°C = 0	0
E	P3B	Existen serpentines de calentamiento	SI = 1 NO = 0	1
E	P4	Corrosividad del producto (Ver Tabla 9 SIMAGIT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	1
E	P5	Corrosividad de los vapores del producto (Ver Tabla 9 SIMAGIT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	1
F	P6	Corrosión Bajo Aislamiento (CUI)	CUI probable = 2 Aislamiento en buena estado = 0 Tanque sin aislamiento = 0	0
E	P13	FACTOR DE PROBABILIDAD	$=(3*P1+3*P2+2*((P3a+3b)/2,5)+2*((P4+P5))+P6)/5$	2,16

**Figura 5.7** Evaluación del Riesgo: Factor de Probabilidad de la envolvente

Para la envolvente, el Factor de Probabilidad obtenido es de 2,16, que como vemos en la Figura 5.8, corresponde a un Factor de Probabilidad “L”. Esto indica que en este caso, la probabilidad de que exista daño por el mecanismo de fallo por corrosión en la envolvente del tanque es baja.

E	PF	FACTOR DE PROBABILIDAD	Si $PF \geq 3$ = H      Si $3 > PF \geq 2,5$ = M Si $2,5 \geq PF \geq 2,15$ = L      Si $PF < 2,15$ = N	L
---	----	------------------------	--	---

**Figura 5.8** Evaluación del Riesgo: Factor de Probabilidad de la envolvente



### Paso 6: Cálculo del Factor de Consecuencia en la envolvente del tanque

Continuando con la evaluación del riesgo del componente envolvente, seguimos con el cálculo del Factor de Consecuencia. Los datos requeridos en este caso son similares a los necesarios para la evaluación del fondo.

E	H9a	Probabilidad de lesiones personales	Lesiones graves o fatales en el lugar = 4 Tiempo perdido por lesión o tratamiento médico = 3 Lesión menor = 2 Sin lesión o evitada por poco = 0	4
E	H9b	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT)	Clase 1 (Flash Point $\leq 21^{\circ}\text{C}$ ) = 4 Clase 2 (Flash Point $> 21^{\circ}\text{C}$ y $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 2 Clase 2 (Flash Point $\geq 21^{\circ}\text{C}$ et $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 0 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase UC (Flash Point $> 100^{\circ}\text{C}$ ) = 0	4
E	H9c	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia tóxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3
E	H9d	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada = 4 Conjunto de tanques en una pendiente = 3 Conjunto de tanques en zona plana = 2 Conjunto de tanques en zona separada = 0	2
E	H9e	Proximidad a la valla del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública = 1 (por defecto 0)	1
E	H9f	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	4,00
E	E10a	Tiempo de reparación	Gran reparación con entrada necesaria ( $> 8$ meses) = 4 Gran reparación con entrada necesaria (3-8 meses) = 3 Reparación intermedia con entrada necesaria ( $> 3$ meses) = 2 Reparación intermedia sin entrada necesaria y sin límite de tiempo = 1	4
E	E10b	Coste de la reparación	$> 50\%$ del valor del tanque (tanque nuevo) = 4 10-50% del valor del tanque = 3 5-10% del valor del tanque = 2 $< 5\%$ del valor del tanque o despreciable = 1	3
E	E10c	Magnitud probable de producto perdido	$> 50\%$ del contenido del tanque = 3 $< 5\%$ del contenido del tanque = 2 Sin pérdida de producto = 1	1
E	E10d	FACTOR DE CONSECUENCIA (Económico)	= Máximo de H10c or (H10a+H10b)/2	3,50
E	E11a	Consecuencias medioambientales respecto al terreno, agua y población próxima (daños/molestias/contaminación)	Daño grave/ molestias/ contaminación sobre un área extensa = 4 Se requiere restauración por contaminación ambiental = 3 Molestias ambientales que afectan a los vecinos = 2 Sin efecto sobre el medioambiente o inapreciable = 1	2
E	E11b	Emisión de vapores	Grande ( $> 1000\text{m}^3$ ): Emisión nociva/tóxica = 3 Emisión nociva/tóxica pequeña = 2 Sin emisión nociva/tóxica o no apreciable = 1	2
E	E11c	FACTOR DE CONSECUENCIA (Medioambiental)		2
E	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL		4,00
E	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL	Si CF $\geq 3$ = H; Si $3 > \text{CF} \geq 2,5$ = M Si $2,5 \geq \text{CF} \geq 2$ = L Si CF $< 2$ = N	H

Figura 5.9 Evaluación del Riesgo: Factor de Consecuencia de la envolvente

Una vez calculado los tres Factores de Consecuencia (Económico, Salud y Seguridad, y Medioambiental), la aplicación toma el de mayor valor como el Factor de Consecuencia Global, siendo en este caso el Factor de Consecuencia Salud y Seguridad, con un valor de 4. Esto indica que la consecuencia de que exista daño por el mecanismo de fallo por corrosión en la envolvente del tanque es alto (H), como puede verse en la Figura 5.9.

Paso 7: Cálculo del Factor de Clasificación del Riesgo y fecha de próxima inspección en la envolvente del tanque

De igual forma, una vez obtenidos el Factor de Probabilidad y de Consecuencia, la aplicación nos mostrará el Factor de Clasificación de Riesgo, siendo alto (H) para este ejemplo y correspondiendo a un Factor K de 0,80.

Los siguientes datos necesarios tendrán relación con las inspecciones realizadas previamente al equipo, la “calidad” de dichas inspecciones y la posibilidad de existir problemas de corrosión o deformación en la envolvente o sus componentes.

E	RR	Factor de clasificación de riesgo general de la envolvente del tanque	Según Matriz de Riesgo	H
E	K	Factor de clasificación de riesgo (factor k) de la envolvente del tanque		0,80
E	CR1	Puntos de crédito por la utilización de métodos END y alcance cubierto (Ver guía SIMAGIT)	Clasificación A= 0,1 Clasificación B= 0,05 Clasificación C= 0	0,05
E	CR2	Frecuencia de inspecciones realizadas durante la vida útil del tanque	Inspecciones múltiples realizadas = 0,1 Inspecciones mínimas o sin datos = 0	0,1
E	CR3	Corrosión en las vigas contraviento	Existe corrosión pero no afecta a la integridad = 0 Existe corrosión y afecta a la integridad = -0,1 No existe corrosión = 0	0,0
E	CR4	Pandeo en las chapas de la envolvente	Existe pandeo pero no afecta a la integridad = 0 Existe pandeo y afecta a la integridad = -0,1 No existe pandeo = 0	0,0
E	CR5	Momentos flectores en las tubuladuras del tanque	Existen pero no afecta a la integridad = 0 Existen y afecta a la integridad del tanque = -0,1 No existen = 0 Existen elementos para reducir los esfuerzos en las tubuladuras = 0	0,0
E	C	Suma de créditos	= CR1+CR2+CR3+CR4+CR5	0,15
E	K'	Factor de confianza ajustado (factor K')	(factor K + C) Deber ser < 1	0,95
E	LI	Fecha de la última inspección	Datos del historico	Julio-12

**Figura 5.10** Evaluación del Riesgo: Factor de Clasificación del Riesgo en la envolvente

E	SN	Número de virolas		9
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 1	40,0
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 2	37,5
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 3	29,2
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 4	25,5
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 5	20,0
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 6	16,2
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 7	12,8
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 8	12,8
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 9	9,6
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 10	
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 11	
E	CT	Espesores de construcción/ Espesores tras última GR (mm)	VIROLA 12	
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 1	33,6
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 2	31,8
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 3	24,7
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 4	21,5
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 5	17,6
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 6	13,9
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 7	10,2
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 8	6,5
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 9	3,1
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 10	
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 11	
E	RT	Espesores de retiro (mm)	VIROLA 12	
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 1	38,2
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 2	37,3
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 3	29,1
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 4	25,3
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 5	20,8
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 6	16,2
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 7	12,6
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 8	12,4
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 9	9,8
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 10	
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 11	
E	LT	Últimas lecturas (mm)	VIROLA 12	
E	PBI	Periodo entre última G.R./Construcción y última inspección (años)		15,62
E	CCR	Tasa de corrosión calculada (mm/año)		0,12
E	TCR	Tasa de corrosión teórica (mm/año)	"Ver guía SMAQT 3.2.2"	0,20
E	AFP	Factor de aceleración debido a la corrosión por picaduras	CR >= 0,5 mm/año = 1,4 0,3 <= CR < 0,5 mm/año = 1,2 0,1 <= CR < 0,3 mm/año = 1,1 CR < 0,1 mm/año = 1,0	1,10
E	ACR	Tasa de corrosión ajustada (mm/año)		0,13

E	RL	Vida remanente mínima de la envolvente (años)		18,14
E	PNI	Periodo hasta la próxima inspección (años)	Mínimo de 20 o $K' \times RLC$	17,00
	NI	Próxima fecha de inspección	$T=LI+NI$	julio-29

**Figura 5.11** Evaluación del Riesgo: fecha próxima inspección de la envolvente

Tras introducir los datos los espesores de construcción, de retiro y últimas mediciones para cada una de las virolas que constituyen la envolvente, se obtendrá la fecha de la próxima inspección para este componente del equipo, para este ejemplo julio de 2029.

#### Paso 8: Cálculo del Factor de Probabilidad en el techo del tanque

Para el último componente considerado, el techo, se comienza igualmente con la evaluación del riesgo, empezando por el cálculo del Factor de Probabilidad. Los datos requeridos están relacionados con la posibilidad de la existencia de corrosión en el techo, el estado del recubrimiento interno y externo, la temperatura de almacenamiento, la corrosividad del producto y la posibilidad de tener CUI.

T	P1	Factor del recubrimiento interno (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= 2 Recubrimiento en buen estado= 0 Recubrimiento en mal estado= 1	1
T	P2	Factor del recubrimiento externo (Ver Anexo C.5 EEMUA 159)	Sin recubrimiento= 2 Recubrimiento en buen estado= 0 Recubrimiento en mal estado= 1	0
T	P3a	Temperatura de almacenamiento	Almacenamiento de producto >85°C = 2 Almacenamiento de producto >40<85°C = 1 Almacenamiento de producto <40°C = 0	0
T	P5	Corrosividad del producto (Ver Tabla 9 SIMAGIT)	Grupo 1 Fluido alta corrosividad = 2 Grupo 3 y 4 Fluido baja corrosividad = 0 Grupo 2 y 5 Fluido media corrosividad = 1	1
T	P6	Gas de blanketing	Si = 0 No, pero la temperatura de almacenamiento es $\leq 1$ = 0 No, pero la temperatura de almacenamiento es $>1$ = 1	0
T	P7a	Estructura soporte del techo situada lado interno	Posible corrosión por resquejo = 2 Corrosión por hendidura poco probable = 0 Estructura del techo en lado externo = 0 Techo autosoporado = 0 Techo tipo membrana = 0	0
T	P7b	Estructura soporte del techo situada en lado externo	Drenaje del agua de lluvia no adecuado= 2 Drenaje del agua de lluvia adecuado = 0 Estructura del techo en lado interno y con adecuado drenaje permanente = 0	2
T	P8	Corrosión bajo aislamiento (CUI)	CUI probable = 2 Aislamiento en buena estado = 0 Tanque sin aislamiento = 0	0
T	P13	FACTOR DE PROBABILIDAD DEL TECHO	$= (3 \times P1 + 3 \times P2 + 2 \times P3a + 4 \times P5 + P6 + \text{Max}(P7a, P7b) + P8) / 7$	1,29

**Figura 5.12** Evaluación del Riesgo: Factor de Probabilidad del techo

En este caso para el techo, el Factor de Probabilidad obtenido es de 1.29, que como vemos en la Figura 5.13, corresponde a un Factor de Probabilidad “N”. Esto indica que en este caso, la probabilidad de que exista daño por el mecanismo de fallo por corrosión en el techo del tanque es inapreciable.

T	PF	FACTOR DE PROBABILIDAD	Si $PF \geq 3 = H$	Si $3 > PF \geq 2,5 = M$	N
			Si $2,5 \geq PF \geq 2,15 = L$	Si $PF < 2,15 = N$	

Figura 5.13 Evaluación del Riesgo: Factor de Probabilidad del techo

Paso 9: Cálculo del Factor de Consecuencia del techo del tanque

Se realiza el cálculo del Factor de Consecuencia. Los datos requeridos en este caso son similares a los necesarios para la evaluación del fondo y la envolvente.



T	H9a	Probabilidad de lesiones personales	Lesiones graves o fatales en el lugar = 4 Tiempo perdido por lesión o tratamiento médico = 3 Lesión menor = 2 Sin lesión o evitada por poco = 0	3
T	H9b	Clasificación del punto de inflamabilidad (Ver Tabla 9 y 9a SIMAGIT)	Clase 1 (Flash Point $\leq 21^{\circ}\text{C}$ ) = 4 Clase 2 (Flash Point $> 21^{\circ}\text{C}$ y $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 2 Clase 2 (Flash Point $\geq 21^{\circ}\text{C}$ et $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento inferior al flash point = 0 Clase 3 (Flash Point $\geq 55^{\circ}\text{C}$ et $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura de almacenamiento superior al flash point = 3 Clase UC (Flash Point $> 100^{\circ}\text{C}$ ) = 0	4
T	H9c	Toxicidad del producto	Extremadamente tóxico = 4 Sustancia tóxica (y por defecto si es HC) = 3 Tóxico si entra en contacto con otras sustancias = 2 No tóxico = 0	3
T	H9d	Ubicación del tanque	En una zona de la planta poblada = 4 Conjunto de tanques en una pendiente = 3 Conjunto de tanques en zona plana = 2 Conjunto de tanques en zona separada = 0	2
T	H9e	Proximidad a la valla del perímetro	Si el tanque está cerca de una valla pública = 1 (por defecto 0)	1
T	H9f	FACTOR DE CONSECUENCIA (Salud y seguridad)	= Máximo de H9a or (H9b+H9c+H9d+H9e)/3	3,33
T	E10a	Tiempo de reparación	Gran reparación con entrada necesaria ( $> 8$ meses) = 4 Gran reparación con entrada necesaria (3-8 meses) = 3 Reparación intermedia con entrada necesaria ( $> 3$ meses) = 2 Reparación intermedia sin entrada necesaria y sin límite de tiempo = 1	4
T	E10b	Coste de la reparación	$> 50\%$ del valor del tanque (tanque nuevo) = 4 10-50% del valor del tanque = 3 5-10% del valor del tanque = 2 $< 5\%$ del valor del tanque o despreciable = 1	3
T	E10c	Magnitud probable de producto perdido	$> 5\%$ del contenido del tanque = 3 $< 5\%$ del contenido del tanque = 2 Sin pérdida de producto = 1	1
T	E10d	FACTOR DE CONSECUENCIA (Económico)	= Máximo de H10c or (H10a+H10b)/2	3,50
T	E11a	Consecuencias medioambientales respecto al terreno, agua y población próxima (daños/molestias/contaminación)	Daño grave/ molestias/ contaminación sobre un área extensa = 4 Se requiere restauración por contaminación ambiental = 3 Molestias ambientales que afectan a los vecinos = 2 Sin efecto sobre el medioambiente o inapreciable = 1	3
T	E11b	Emisión de vapores	Grande ( $> 1000\text{m}^3$ ); Emisión nociva/tóxica = 3 Emisión nociva/tóxica pequeña = 2 Sin emisión nociva/tóxica o no apreciable = 1	3
T	E11c	FACTOR DE CONSECUENCIA (Medioambiental)		3
T	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL		3,50
T	CF	FACTOR DE CONSECUENCIA GLOBAL	Si $CF \geq 3 = H$ ; Si $3 > CF \geq 2,5 = M$ Si $2,5 \geq CF \geq 2 = L$ ; Si $CF < 2 = N$	H

**Figura 5.14** Evaluación del Riesgo: Factor de Consecuencia del techo

Hallados los tres Factores de Consecuencia (Económico, Salud y Seguridad, y Medioambiental), la aplicación toma el de mayor valor como el Factor de Consecuencia Global, siendo en este caso el Factor de Consecuencia Económico, con un valor de 3.5. Esto indica que la consecuencia de que exista daño por el mecanismo de fallo por corrosión en el techo del tanque es alto (H), como puede verse en la Figura 5.14.

### Paso 10: Cálculo del Factor de Clasificación del Riesgo y fecha de próxima inspección en el techo del tanque

Una vez obtenidos el Factor de Probabilidad y de Consecuencia, la aplicación nos mostrará el Factor de Clasificación de Riesgo, siendo medio (M) para este ejemplo y correspondiendo a un Factor K de 0,85.

Los siguientes datos necesarios tendrán relación con las inspecciones realizadas previamente al equipo, así como la “calidad” de dichas inspecciones. Con todo esto se logra obtener la fecha de la próxima inspección para el techo del equipo, para este caso diciembre de 2026.

T	RR	Factor de clasificación de riesgo general del techo del tanque	Según Matriz de Riesgo	M
T	K	Factor de clasificación de riesgo (factor k) de la envolvente del tanque	Según Matriz de Riesgo	0,85
T	CR1	Puntos de crédito por la utilización de métodos END y alcance cubierto (Ver guía SIMAGIT)	Clasificación A= 0,1 Clasificación B= 0,05 Clasificación C= 0	0,00
T	CR2	Frecuencia de inspecciones realizadas durante la vida útil del tanque	Inspecciones múltiples realizadas = 0,1 Inspecciones mínimas o sin datos = 0	0,10
T	C	Suma de créditos	CR1 + CR2	0,10
T	K'	Factor de confianza ajustado (factor K')	(factor K + C) Descomor < 1	0,95
T	LI	Fecha de la última inspección	Datos del historico	Julio-12
T	CT	Espesor de construcción o espesor remanente en anterior inspección (mm)	Datos del historico	5,00
T	RT	Espesor de retiro (mm)	Datos del historico	2,25
T	LT	Espesor medido tras última inspección (mm)	Datos del historico	3,80
T	PBI	Periodo entre última G.R./Construcción y última inspección (años)	Datos del historico, si no existe intervencion será "0"	15,64
T	CCR	Tasa de corrosión calculada (mm/año)	Datos del historico, si no existe intervencion será "0"	0,08
T	TCR	Tasa de corrosión teórica (mm/año)	"Ver Guía SIMAGIT 3.2.2"	0,10
T	AFP	Factor de aceleración debido a la corrosión por picaduras	CR >= 0,5 mm/año = 1,15 0,3 <= CR < 0,5 mm/año = 1,10 0,1 <= CR < 0,3 mm/año = 1,05 CR < 0,1 mm/año = 1,0	1,05
T	ACR	Tasa de corrosión ajustada (mm/año)		0,11
T	RL	Vida remanente mínima del techo (años)		14,76
T	PNI	Periodo hasta la proxima inspección (años)	Mínimo de 20 o (K' x RL)	14,00
T	NI	Próxima fecha de inspección	"=NI+ LI	Julio-26


**Figura 5.15** Evaluación del Riesgo: Factor de Clasificación del Riesgo en el techo



Paso 11: Selección de la fecha de la siguiente inspección del tanque

En el último paso, realizado de forma automática por la aplicación, solo queda mostrarse la fecha de la próxima inspección y el componente del tanque que deberá intervenir. La aplicación selecciona la fecha más próxima a la fecha actual. En la pantalla de resultados, también se muestran las Tasas de Riesgo previamente calculadas.

Para el ejemplo desarrollado la próxima inspección deberá realizarse en diciembre de 2013 y en el fondo del tanque.

	<b>Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica</b>		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rev 1.0 15/06/12
<b>YT-101</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2013</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIROLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	17,00	17,00	14,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2013	jul 2029	jul 2026

**Figura 5.16** Pantalla con resultados de la Evaluación del Riesgo.

## 5. 2. Tanques objeto de la evaluación


En los próximos apartados se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los tanques evaluados mediante la aplicación SIMAGIT.

La Planta de Distribución se encuentra dividida en distintos sistemas, según el producto contenido en los tanques, y esa es la forma elegida para mostrar los resultados. Para cada tanque se expone mediante una tabla resumen el resultado obtenido por el programa, indicándose la fecha de la próxima inspección, componente a inspeccionar y clasificación del riesgo para dicho componente.


### 5. 2. 1. Tanques del Sistema de Crudos

El sistema de Crudo está compuesto por 12 tanques y una capacidad total de 1012970 m3.


- YT-101

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév.:0 19/06/12
<b>YT-101</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2013</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	II	M	
Vida útil restante estimada (años)	17,00	17,00	14,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	dic 2013	jul 2029	jul 2026	


- YT-102

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév.:0 19/06/12
<b>YT-102</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2022</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	II	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	10,00	13,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	dic 2032	dic 2022	dic 2025	


- YT-103

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév. 0 15/06/12
<b>YT-103</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2016</b>
	FONDO	VIROLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	5,00	10,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2016	jul 2022	jul 2032


- YT-104

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév. 1.0 15/06/12
<b>YT-104</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2018</b>
	FONDO	VIROLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	H	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	10,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	oct 2018	jun 2022	jun 2032


- YT-105

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév. 1.0 15/06/12
<b>YT-105</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2019</b>
	FONDO	VIROLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	H	M
Vida útil restante estimada (años)	18,00	10,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	oct 2019	jun 2022	jun 2032


- YT-106

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rev: 0 19/06/12
<b>YT-106</b>	Fecha próxima inspección:		abr 2016
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	II	M
Vida útil restante estimada (años)	16,00	15,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	abr 2016	feb 2027	feb 2032


- YT-107

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rev: 0 19/06/12
<b>YT-107</b>	Fecha próxima inspección:		ene 2008
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	H	M
Vida útil restante estimada (años)	9,00	11,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2008	jul 2023	jul 2032


- YT-108

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rev: 0 19/06/12
<b>YT-108</b>	Fecha próxima inspección:		sep 2025
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	II	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	16,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 2025	jul 2028	jul 2032


- YT-109

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0 19/06/12
<b>YT-109</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2005</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	E	M	
Vida útil restante estimada (años)	6,00	13,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	nov 2005	ene 2025	feb 2032	


- YT-401

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0 19/06/12
<b>YT-401</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2023</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	11,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2029	mar 2023	mar 2032	

- YT-402

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0 19/06/12
<b>YT-402</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>abr 2014</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	E	M	
Vida útil restante estimada (años)	18,00	2,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2021	abr 2014	abr 2032	


- YT-403

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév :0 190612
<b>YT-403</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>may 2015</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	E	M	
Vida util restante estimada (años)	19,00	3,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	feb 2026	may 2015	may 2032	


### 5. 2. 2. Tanques del Sistema de F.O.

El sistema de Fuel Oil está compuesto por 15 tanques y una capacidad total de 415180m3.

- YT-111


	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév :0 190612
<b>YT-111</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2004</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida util restante estimada (años)	0,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	nov 2004	sep 2032	sep 2032	

- YT-112


	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév :0 190612
<b>YT-112</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>feb 2016</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida util restante estimada (años)	3,00	9,00	8,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	feb 2016	sep 2021	sep 2020	




- YT-114

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0. 19/06/12
<b>YT-114</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 1989</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	E	E	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	13,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 1989	ago 2025	ago 2032	


- YT-413

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0. 19/06/12
<b>YT-413</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 1994</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	8,00	12,00	7,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	oct 1994	ago 2024	ago 2019	


- YT-414

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0. 19/06/12
<b>YT-414</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jul 2008</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	4,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jul 2008	ago 2016	ago 2032	


- YT-710

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica	Fecha: 31/10/12	
		INSPECCION	
		Rev. 0 19/06/12	
<b>YT-710</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>	<b>ene 2008</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	1,00	1,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2008	ago 2013	ago 2032


- YT-811

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica	Fecha: 31/10/12	
		INSPECCION	
		Rev. 0 19/06/12	
<b>YT-811</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>	<b>sep 2006</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	L	M	M
Vida útil restante estimada (años)	1,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 2006	jun 2032	jun 2032


- YT-816

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica	Fecha: 31/10/12	
		INSPECCION	
		Rev. 0 19/06/12	
<b>YT-816</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>	<b>feb 2016</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	13,00	4,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2023	feb 2016	feb 2032


- YT-833

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 1906/12
<b>YT-833</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2020</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	H	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	14,00	19,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2020	nov 2026	nov 2031


- YT-887

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 1906/12
<b>YT-887</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2018</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	H	M
Vida útil restante estimada (años)	19,00	6,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	may 2028	jun 2018	jun 2032


- YT-888

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 1906/12
<b>YT-888</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2030</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2030	jun 2032	jun 2032


- YT-912

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Núm. 0 1906/12
<b>YT-912</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2009</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	4,00	4,00	18,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	oct 2009	dic 2015	dic 2029	


- YT-913

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Núm. 0 1906/12
<b>YT-913</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2019</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	9,00	18,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ene 2019	nov 2020	dic 2030	

- YT-914

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Núm. 0 1906/12
<b>YT-914</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2019</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	12,00	12,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ene 2019	dic 2023	dic 2024	


- YT-915

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-915</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2018</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	7,00	19,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2019	dic 2018	dic 2031	


### 5. 2. 3. Tanques del Sistema de Keroseno

El sistema de Kerosenos está compuesto por 9 tanques y una capacidad total de 80346m3.

- YT-041


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-041</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jul 2002</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	11,00	20,00	17,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jul 2002	sep 2032	sep 2029	

- YT-241


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-241</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>feb 2012</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	0,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 2032	feb 2012	feb 2032	




- YT-242

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 190612
<b>YT-242</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2010</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	0,00	4,00	7,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	dic 2010	feb 2016	feb 2019	

- YT-247


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 190612
<b>YT-247</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2015</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	19,00	3,00	3,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	sep 2030	oct 2015	oct 2015	

- YT-541


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 190612
<b>YT-541</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2029</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	17,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	oct 2029	oct 2031	oct 2031	




- YT-752

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/H2
<b>YT-752</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2016</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	9,00	4,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jul 2021	nov 2016	nov 2032	


- YT-940

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/H2
<b>YT-940</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2021</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	9,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 2023	nov 2032	nov 2021	

- YT-946

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/H2
<b>YT-946</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2016</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	7,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 2016	feb 2032	feb 2032	


- YT-947

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev.: 0 19/06/12
<b>YT-947</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2016</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	7,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	nov 2016	mar 2032	mar 2032	


#### 5. 2. 4. Tanques del Sistema de Gasoil

El sistema de Gasoil está compuesto por 24 tanques y una capacidad total de 274319m<sup>3</sup>.


- YT-020

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev.: 0 19/06/12
<b>YT-020</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2027</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	L	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2027	dic 2032	dic 2032	


- YT-030

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev.: 0 19/06/12
<b>YT-030</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>may 1969</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	5,00	8,00	43,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	abr 2016	may 2020	may 1969	


- YT-082

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 190612
<b>YT-082</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2007</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	L	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	16,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	mar 2007	feb 2032	feb 2028	


- YT-083

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 190612
<b>YT-083</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2021</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	H	L	N	
Vida útil restante estimada (años)	11,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	mar 2021	may 2032	may 2032	


- YT-086

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 190612
<b>YT-086</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jul 2017</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	L	M	
Vida útil restante estimada (años)	8,00	14,00	7,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jul 2017	feb 2026	feb 2019	


- YT-088

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-088</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2019</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	H	L	N
Vida útil restante estimada (años)	9,00	19,00	15,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 2019	dic 2030	dic 2026


- YT-225

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-225</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2014</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	H	M
Vida útil restante estimada (años)	14,00	5,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 2014	oct 2017	oct 2032


- YT-226

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-226</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2016</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	7,00	4,00	9,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2016	oct 2016	oct 2021


- YT-233

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-233</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2023</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	13,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 2023	ene 2025	feb 2032

- YT-234


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-234</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2015</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	7,00	6,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2015	feb 2018	feb 2032

- YT-238


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-238</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>feb 2014</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	2,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2021	feb 2014	feb 2032




- YT-627

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica		Fecha:31/10/12
			INSPECCION
			Rév :0 150612
<b>YT-627</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2022</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	11,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2027	dic 2027	dic 2031

- YT-628


	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica		Fecha:31/10/12
			INSPECCION
			Rév :0 150612
<b>YT-628</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2021</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	10,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jan 2027	dic 2021	dic 2031

- YT-725


	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica		Fecha:31/10/12
			INSPECCION
			Rév :0 150612
<b>YT-725</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2019</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	19,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ene 2019	nov 2032	nov 2032




- YT-734

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/H2
<b>YT-734</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2024</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2024	nov 2032	nov 2032	


- YT-736

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/H2
<b>YT-736</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2004</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	6,00	7,00	12,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2004	jul 2019	jul 2024	


- YT-737

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/H2
<b>YT-737</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jul 2014</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	2,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2028	jul 2014	jul 2032	


- YT-830

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-830</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2013</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	4,00	1,00	4,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	oct 2015	mar 2013	mar 2016	


- YT-831

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-831</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2012</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	2,00	1,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2012	mar 2013	mar 2032	


- YT-832

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-832</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2012</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	H	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	2,00	0,00	19,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	mar 2015	mar 2012	mar 2031	


- YT-858

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev: 0 19/06/12
<b>YT-858</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2014</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	5,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ago 2014	jun 2017	jun 2032	


- YT-930

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev: 0 19/06/12
<b>YT-930</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2019</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	8,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2021	dic 2019	dic 2031	

- YT-982

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev: 0 19/06/12
<b>YT-982</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2024</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	I	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	16,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ago 2024	may 2028	may 2032	


- YT-983

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-983</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2022</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	L	M	
Vida útil restante estimada (años)	18,00	19,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	dic 2022	may 2031	may 2032	

### 5. 2. 5. Tanques del Sistema de Azufre

El sistema de Azufre está compuesto por un tanque y una capacidad de 1000m3.


- YT-987

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-987</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2016</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	H	E	E	
Vida útil restante estimada (años)	18,00	5,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jan 2019	sep 2016	may 2032	


### 5. 2. 6. Tanques del Sistema de Gasolina

El sistema de Gasolinas está compuesto por 7 tanques y una capacidad total de 159863m3.


- YT-750

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-750</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>abr 2016</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	17,00	4,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2016	abr 2016	abr 2032	

- YT-754


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-754</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2005</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	12,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2005	abr 2032	abr 2032	

- YT-755


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-755</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2013</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	8,00	10,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 2013	abr 2022	abr 2032	




- YT-756

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 1906/12
<b>YT-756</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2002</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	12,00	-10,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jan 2010	ago 2024	ago 2002

- YT-759


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 1906/12
<b>YT-759</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2009</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	8,00	20,00	19,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 2009	ago 2032	ago 2031

- YT-761

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 1906/12
<b>YT-761</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2014</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	7,00	18,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	oct 2014	nov 2030	nov 2032




- YT-762

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-762</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2014</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	8,00	17,00	7,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	nov 2016	oct 2020	oct 2014	


### 5. 2. 7. Tanques del Sistema de Naftas

El sistema de Nafta está compuesto por 15 tanques y una capacidad total de 201296m3.


- YT-351

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-351</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2015</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	13,00	16,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2015	oct 2028	oct 2032	


- YT-352

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. : 0 190612
<b>YT-352</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2018</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	6,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	feb 2027	oct 2018	oct 2032	


- YT-356

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-356</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2013</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	11,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	nov 2013	abr 2023	abr 2032	


- YT-357

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-357</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2017</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	13,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2017	abr 2032	abr 2032	


- YT-358

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-358</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>abr 2015</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	17,00	3,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	abr 2020	abr 2015	abr 2032	


- YT-359

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-359</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>abr 2014</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	2,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	may 2020	abr 2014	abr 2032


- YT-751

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-753</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2022</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	11,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	nov 2032	nov 2022	nov 2031


- YT-753

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Régulo: 1906/H2
<b>YT-753</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2022</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	12,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2022	nov 2024	nov 2032


- YT-757

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Núm.: 0 190612
<b>YT-757</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2013</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	1,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ene 2019	nov 2013	nov 2032	


- YT-758

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Núm.: 0 190612
<b>YT-758</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2014</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	15,00	2,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2026	jun 2014	jun 2032	


- YT-760

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Núm.: 0 190612
<b>YT-760</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>may 2019</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	11,00	7,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	may 2019	nov 2019	nov 2032	


- YT-957

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-957</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2014</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	3,00	9,00	6,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	mar 2014	nov 2021	nov 2018	

- YT-958

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-958</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2018</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	17,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2018	nov 2029	nov 2032	

- YT-960


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-960</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2018</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	L	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	16,00	9,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2018	nov 2028	nov 2021	




## 5. 2. 8. Tanques del Sistema de Aromáticos

El sistema de Aromáticos está compuesto por 49 tanques y una capacidad total de 55663m<sup>3</sup>.


- YT-050

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-050</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2023</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2023	may 2032	may 2032	

- YT-051


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-051</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2023</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2023	nov 2032	may 2032	

- YT-052


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Régulo: 1906/12
<b>YT-052</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2023</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2023	may 2032	may 2032	




- YT-053

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-053</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2023</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2023	may 2032	may 2032


- YT-058

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-058</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2016</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2016	ago 2032	ago 2032


- YT-059

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-059</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 2026</b>
	FONDO	VIOLAS	TECHO
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	14,00	19,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 2026	ago 2030	ago 2031


- YT-084

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 190612
<b>YT-084</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2005</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	E	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	18,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2005	dic 2032	ene 2030	


- YT-943

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 190612
<b>YT-943</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2022</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	13,00	10,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 2031	mar 2025	mar 2022	


- YT-581

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 190612
<b>YT-581</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2015</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	10,00	16,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2015	mar 2028	mar 2032	


- YT-582

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-582</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2007</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	8,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2007	mar 2020	mar 2032	


- YT-583

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-583</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2018</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	8,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ago 2018	mar 2032	mar 2032	


- YT-584

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-584</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ago 2026</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ago 2026	mar 2032	mar 2032	


- YT-585

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév: 10 1506/12
<b>YT-585</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2014</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	1,00	6,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	ago 2027	ene 2014	ene 2018


- YT-586

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév: 10 1506/12
<b>YT-586</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2010</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	3,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2010	ene 2016	ene 2033


- YT-587

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév: 10 1506/12
<b>YT-587</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2028</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	19,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2028	ene 2032	ene 2033


- YT-588

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév: 0 190612
<b>YT-588</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2025</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	sep 2025	ene 2033	ene 2033

- YT-880


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév: 0 190612
<b>YT-880</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>feb 2024</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	15,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	feb 2024	jul 2032	jul 2032

- YT-882


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica		Fecha: 31/10/12
			INSPECCION
			Rév: 0 190612
<b>YT-882</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2031</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	oct 2031	jun 2032	jun 2032




- YT-883

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev: 0 19/06/12
<b>YT-883</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2025</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	oct 2025	jun 2032	jun 2032	

- YT-884


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev: 0 19/06/12
<b>YT-884</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2013</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	1,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	may 2029	jun 2013	jun 2032	

- YT-885


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rev: 0 19/06/12
<b>YT-885</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2013</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	12,00	1,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	abr 2025	jun 2013	jun 2032	




- YT-950

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-950</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2024</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	oct 2024	feb 2031	feb 2032	


- YT-951

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-951</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jul 2017</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	8,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jul 2017	feb 2032	feb 2032	


- YT-952

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rég. 0 1906/12
<b>YT-952</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2024</b>	
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>	
Tasa de Riesgo	E	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	15,00	12,00	13,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ago 2025	sep 2024	ago 2025	


- YT-953

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév: 0 190612
<b>YT-953</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>jun 2014</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	jun 2014	sep 2032	sep 2032	


- YT-954

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév: 0 190612
<b>YT-954</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2029</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	oct 2029	sep 2032	sep 2032	


- YT-955

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév: 0 190612
<b>YT-955</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>may 2031</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	may 2031	sep 2032	sep 2032	


- YT-956

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-956</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>may 2030</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	may 2030	sep 2032	sep 2032	


- YT-980

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-980</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2015</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	E	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	10,00	12,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 2015	may 2027	sep 2032	


- YT-981

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-981</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2025</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	E	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	15,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2025	may 2027	may 2032	


- YT-988

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica	Fecha: 31/10/12	
		INSPECCION	
		Rev. 0 15/06/12	
<b>YT-988</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>oct 2025</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	14,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	oct 2025	sep 2026	sep 2032


- YT-989

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica	Fecha: 31/10/12	
		INSPECCION	
		Rev. 0 15/06/12	
<b>YT-989</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2024</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	20,00	12,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	may 2026	sep 2024	sep 2032


- YT-991

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica	Fecha: 31/10/12	
		INSPECCION	
		Rev. 1.0 15/06/12	
<b>YT-991</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>nov 2017</b>
	<b>FONDO</b>	<b>VIOLAS</b>	<b>TECHO</b>
Tasa de Riesgo	M	M	M
Vida útil restante estimada (años)	10,00	5,00	20,00
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	ene 2022	nov 2017	nov 2032

- YT-992

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév 1.0 15/06/12
YT-992		Fecha próxima inspección:		sep 1994
	FONDO	VIROLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida util restante estimada (años)	20,00	-2,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	sep 1994	jul 2010	jul 2032	


- YT-994

	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév 1.0 15/06/12
YT-994		Fecha próxima inspección:		sep 1994
	FONDO	VIROLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida util restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	sep 1994	jul 2032	jul 2032	

### 5. 2. 9. Tanques del Sistema de Deslastres


El sistema de Deslastres está compuesto por 7 tanques y una capacidad total de 50375m<sup>3</sup>.

- YT-091


	Sistema de mantenimiento y gestion de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilindrica			Fecha:31/10/12
				INSPECCION
				Rév 1.0 15/06/12
YT-091		Fecha próxima inspección:		sep 2018
	FONDO	VIROLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida util restante estimada (años)	10,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspeccion (MM/AA)	sep 2018	ene 2033	ene 2033	




- YT-093

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0 19/06/12
<b>YT-093</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>ene 2020</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	11,00	7,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	abr 2022	ene 2020	ene 2023	

- YT-094


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0 19/06/12
<b>YT-094</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 2021</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	M	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	16,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 2021	ene 2033	ene 2033	

- YT-095


	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév. 0 19/06/12
<b>YT-095</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>mar 2017</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	F	H	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	20,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	mar 2017	oct 2032	oct 2032	




- YT-097

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-097</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>may 2021</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	II	M	M	
Vida útil restante estimada (años)	20,00	20,00	9,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	jun 2021	may 2022	may 2021	

- YT-098

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-098</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>sep 1999</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	II	E	H	
Vida útil restante estimada (años)	8,00	20,00	4,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	sep 1999	may 2022	may 2016	

- YT-099

	Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para taques de acero verticales y superficie cilíndrica			Fecha: 31/10/12
				INSPECCION
				Rév.: 0 19/06/12
<b>YT-099</b>	<b>Fecha próxima inspección:</b>		<b>dic 1993</b>	
	FONDO	VIOLAS	TECHO	
Tasa de Riesgo	E	E	H	
Vida útil restante estimada (años)	4,00	20,00	6,00	
Fecha siguiente de inspección (MM/AA)	dic 1993	oct 2022	oct 2018	

## 5. 3. Resumen de los resultados

A continuación se muestra un resumen de los principales datos obtenidos en la evaluación de riesgo realizada, incluyendo la clasificación del riesgo para cada uno de los componentes de los tanques y la fecha de la próxima inspección, todo esto diferenciando por sistemas de productos.

1. SISTEMA DE CRUDOS

Nº TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-101	M	H	M	dic 2013
YT-102	M	H	M	dic 2022
YT-103	M	M	M	jun 2016
YT-104	M	H	M	oct 2018
YT-105	M	H	M	oct 2019
YT-106	M	H	M	abr 2016
YT-107	M	H	M	ene 2008
YT-108	M	H	M	sep 2023
YT-109	M	E	M	nov 2005
YT-401	M	H	M	mar 2023
YT-402	M	E	M	abr 2014
YT-403	M	E	M	may 2015

2. SISTEMA DE F.O

Nº TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-111	M	M	M	nov 2004
YT-112	M	M	M	feb 2016
YT-114	E	E	M	mar 1989
YT-413	M	M	M	oct 1994
YT-414	M	M	M	jul 2008
YT-710	M	M	M	ene 1900
YT-811	L	M	M	sep 2006
YT-816	M	M	M	feb 2016
YT-833	M	H	M	ago 2020
YT-887	M	H	M	jun 2018
YT-888	M	M	M	ene 2030
YT-912	M	H	M	oct 2009
YT-913	M	H	M	ene 2019
YT-914	M	H	M	ene 2019
YT-915	M	H	M	dic 2018

3. SISTEMA DE KEROSENOS

N° TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-041	M	M	M	jul 2002
YT-241	M	M	M	feb 2012
YT-242	M	M	M	dic 2010
YT-247	M	M	M	oct 2015
YT-541	M	M	M	oct 2029
YT-752	M	M	M	nov 2016
YT-940	M	M	M	nov 2021
YT-946	L	M	M	sep 2016
YT-947	L	M	M	nov 2016

4. SISTEMA DE GASOIL

N° TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-020	L	L	M	dic 2027
YT-030	L	M	M	may 1969
YT-082	L	L	M	mar 2007
YT-083	H	L	N	mar 2021
YT-086	L	L	M	jul 2017
YT-088	H	L	N	sep 2019
YT-225	M	H	M	mar 2014
YT-226	M	M	M	jun 2016
YT-233	M	M	M	mar 2023
YT-234	M	M	M	ene 2015
YT-238	M	M	M	feb 2014
YT-627	M	M	M	dic 2022
YT-628	M	M	M	dic 2021
YT-725	M	M	M	ene 2019
YT-734	M	H	M	jun 2024
YT-736	M	H	M	jun 2004
YT-737	M	M	M	jul 2014
YT-830	M	M	M	mar 2013
YT-831	M	M	M	jun 2012
YT-832	H	M	M	mar 2012
YT-858	M	M	M	ago 2014
YT-930	M	M	M	dic 2019
YT-982	M	L	M	ago 2024
YT-983	M	L	M	dic 2022



5. SISTEMA DE AZUFRE

N° TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-987	H	E	E	sep 2016

6. SISTEMA DE GASOLINAS

N° TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-750	M	M	M	abr 2016
YT-754	M	M	M	ene 2005
YT-755	M	M	M	sep 2013
YT-756	M	M	M	ago 2002
YT-759	M	M	M	sep 2009
YT-761	M	M	M	oct 2014
YT-762	M	M	M	oct 2014

7. SISTEMA DE NAFTAS

N° TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-351	M	M	M	jun 2015
YT-352	M	M	M	oct 2018
YT-356	M	M	M	nov 2013
YT-357	M	M	M	jun 2017
YT-358	M	M	M	abr 2015
YT-359	M	M	M	abr 2014
YT-751	M	M	M	nov 2022
YT-753	M	M	M	ago 2022
YT-757	M	M	M	nov 2013
YT-758	L	M	M	jun 2014
YT-760	M	M	M	may 2019
YT-957	L	M	M	mar 2014
YT-958	L	M	M	nov 2012
YT-960	L	M	M	jun 2018

## 8. SISTEMA DE AROMATICOS

N° TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-050	M	M	M	dic 2023
YT-051	M	M	M	dic 2023
YT-052	M	M	M	dic 2023
YT-053	M	M	M	dic 2023
YT-058	M	M	M	ago 2016
YT-059	M	M	M	dic 2026
YT-081	E	M	M	abr 2022
YT-084	E	M	M	jun 2005
YT-581	M	M	M	ago 2015
YT-582	M	M	M	jun 2007
YT-583	M	M	M	ago 2018
YT-584	M	M	M	ago 2026
YT-585	M	M	M	ene 2014
YT-586	M	M	M	jun 2010
YT-587	M	M	M	jun 2028
YT-588	M	M	M	sep 2025
YT-880	M	M	M	feb 2024
YT-882	M	M	M	oct 2031
YT-883	M	M	M	oct 2025
YT-884	M	M	M	jun 2013
YT-885	M	M	M	jun 2013
YT-941	H	M	M	ene 2003
YT-942	M	M	M	ene 2003
YT-943	M	M	M	mar 2022
YT-944	E	M	M	mar 2017
YT-945	M	M	M	mar 2014
YT-950	M	M	M	oct 2024
YT-951	M	M	M	jul 2017
YT-952	E	M	M	sep 2024
YT-953	M	M	M	jun 2014
YT-954	M	M	M	oct 2029
YT-955	M	M	M	may 2031
YT-956	M	M	M	may 2030
YT-980	E	M	M	mar 2015
YT-981	E	M	M	ene 2025
YT-985	M	M	M	sep 1994
YT-988	M	M	M	oct 2025
YT-989	M	M	M	sep 2024
YT-991	M	M	M	nov 2017
YT-992	M	M	M	sep 1994
YT-994	M	M	M	sep 1994

9. SISTEMA DE DESLASTRES/SLOP

N° TANQUE	CLASIFICACION DEL RIESGO FONDO	CLASIFICACION DEL RIESGO ENVOLVENTE	CLASIFICACION DEL RIESGO TECHO	PROXIMA INSPECCION
YT-091	M	M	M	sep 2018
YT-093	M	M	M	ene 2020
YT-094	M	M	M	sep 2021
YT-095	E	H	M	mar 2017
YT-097	H	M	M	mar 2017
YT-098	H	E	H	sep 1999
YT-099	E	E	H	dic 1993



#### **5. 4. Plan de Inspección y Mantenimiento resultante**

Tras la introducción de los datos de todos los tanques indicados en el apartado anterior, hemos podido obtener un plan de inspecciones a futuro, partiendo del año 2013 e indicándose en un plazo de 25 años las próximas intervenciones necesarias. En dicho plan, queda también indicada la sección del tanque que será necesario inspeccionar o intervenir, diferenciándose por el código de colores usados por el programa para cada uno de los componentes (fondo, envolvente y techo).

Por otro lado indicar, que para todos los tanques evaluados cuyas fechas de intervención mayor sea inferior al año en curso, el programa los sitúa de forma automática en la fecha de inicio del plan.

A continuación se muestran el Plan de Inspección y Mantenimiento que ha resultado de la evaluación de riesgos del total de tanques indicados en los apartados anteriores.

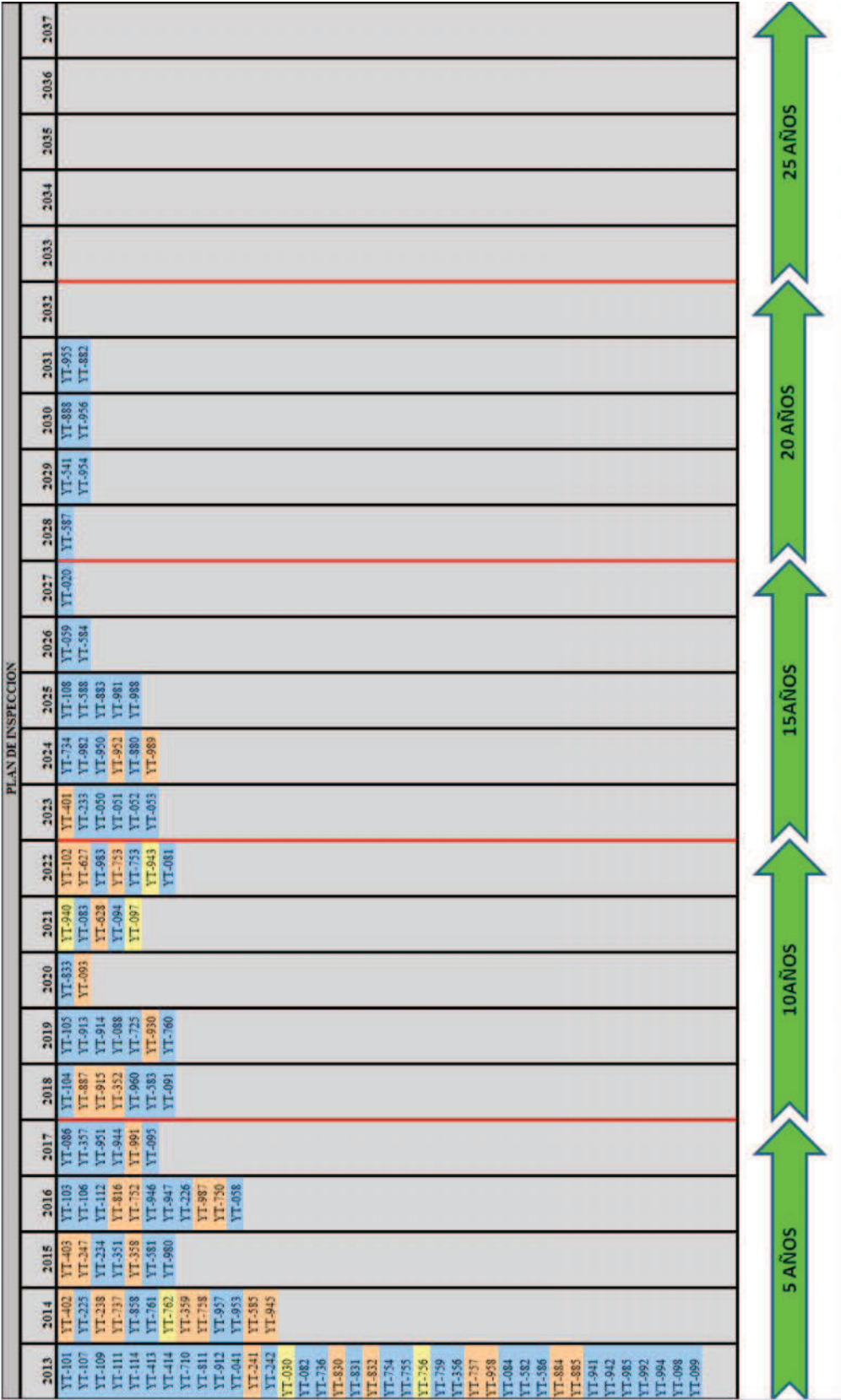


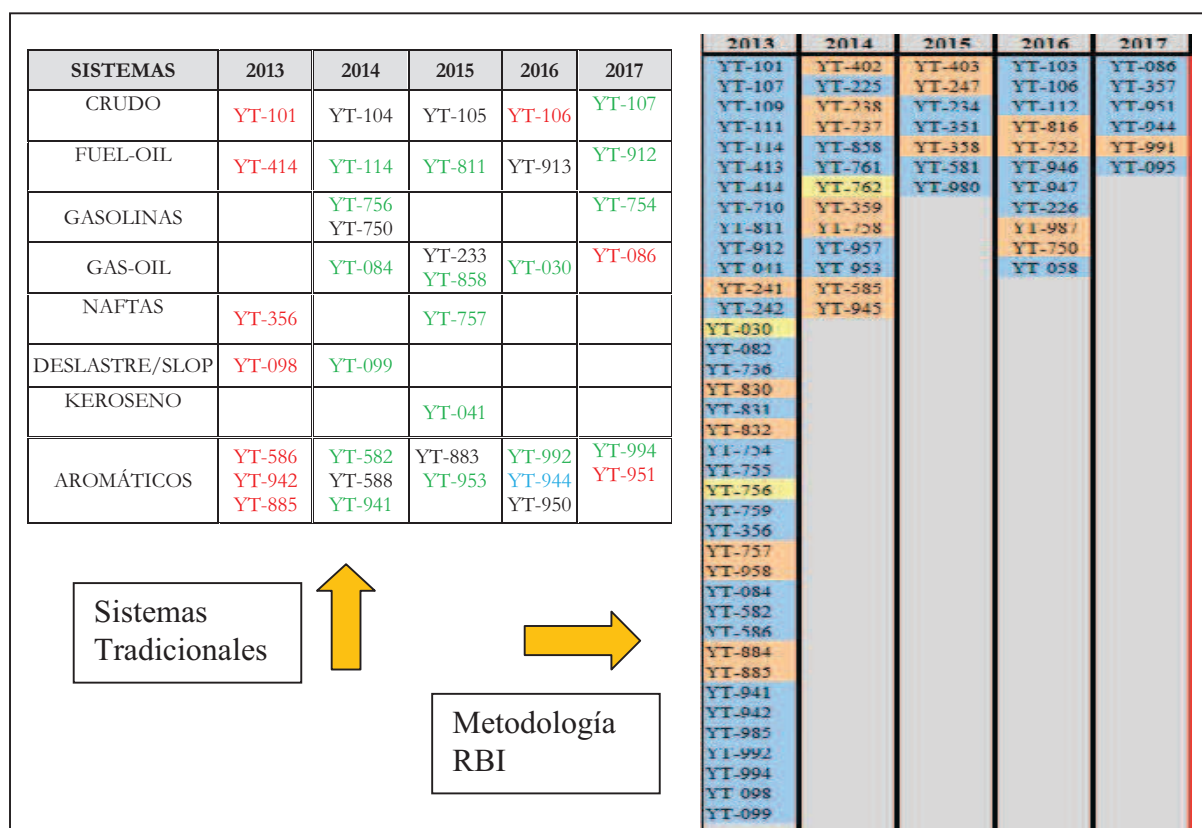
Figura 5.1 Plan de Inspección y Mantenimiento

### 6. 1. Análisis de los resultados obtenidos

Inicialmente se compararán a grandes rasgos los resultados obtenidos tras la evaluación del riesgo llevada a cabo a través de la aplicación SIMAGIT y de la que ha resultado un Plan de Inspección/Mantenimiento a futuro y el actual Plan de Inspección/Mantenimiento que se realiza actualmente en la Refinería.

Esto se realizara para un intervalo de 5 años, periodo del 2013-2017, ya que el plan actual está realizado solo para ese periodo, aunque el plan generado a través de la evaluación, dispone de un periodo máximo de 25 años.

Lo primero que puede observarse es que para el año 2013, todos los tanques incluidos en el plan que se realiza actualmente, también se encuentran incluidos en el plan generado a través de la evaluación RBI.



**Figura 6.1** Comparativa entre los Planes de Inspección/Mantenimiento actual y generado RBI

En la Figura 6.1, se representan los dos planes de inspección y mantenimiento que estamos analizando para el periodo indicado, remarcando en color rojo los tanques que coinciden en ambos planes (Ej.: YT-101). Esto indica que la forma de establecer el plan en la actualidad sigue unos criterios lógicos, basados en la información que se posee a través de las inspecciones y revisiones preventivas y en la propia experiencia del grupo multidisciplinar encargado de su elaboración.

También puede verse que para otros años, del 2014 hasta el 2017, los tanques incluidos, poseen un cierto “retraso” respecto a las fechas determinadas mediante la evaluación, aunque se pueden considerar bastante aproximados, ya que el plan actual los sitúa entre uno y tres años más tarde respecto a la fecha prevista por la evaluación. En la Figura 6.1, se indica esta situación remarcando en color verde los tanques retrasados por el actual plan (Ej.: YT-041).

La otra situación que puede observarse del estudio comparativo de los resultados, es que existen varios tanques incluidos en el plan actual (Ej.: YT-104), que no se encuentran incluidos para este mismo periodo tras realizarse la evaluación de riesgos mediante RBI. En este caso, nos estamos adelantando en la inspección de algunos tanques, ya que según la evaluación que se ha llevado a cabo, dichos tanques tendrían que ser inspeccionados en fechas posteriores.

	Plan Inspección/Mantenimiento Actual	Plan Inspección/Mantenimiento mediante evaluación RBI
YT-104	2014	2018
YT-105	2015	2019
YT-233	2015	2023
YT-750	2014	2016
YT-588	2014	2025
YT-883	2015	2025
YT-913	2016	2019
YT-950	2016	2024

**Figura 6.2** Tabla comparativa entre planes de inspección

En la Figura 6.2 se indican los tanques que podrían tener un intervalo mayor de inspección, llegando a existir incluso una diferencia de hasta 11 años para el caso del tanque YT-588, respecto a la fecha prevista en el plan de inspección y mantenimiento actual.

Finalmente, tras análisis del plan de inspección y mantenimiento generado mediante la evaluación de riesgos, observamos la gran cantidad de tanques que no han sido tenidos en cuenta en la elaboración del plan de inspección y mantenimiento actual. Para el caso del periodo que está siendo analizado (2013-2017), existe un total de 20 tanques no incluidos en este plan quinquenal.

Esta situación es muy importante de tenerla en cuenta, ya que con la implantación de la aplicación SIMAGIT, se podrá evitar que algunos tanques no sean tenidos en cuenta para las próximas inspecciones y en todo caso optimizar los que si pueden dejarse para fechas posteriores.

## 6. 2. Análisis de los componentes de los tanques evaluados

En este apartado, se diferenciará entre los tres componentes considerados para la evaluación del riesgo de los tanques de almacenamiento, el fondo, la envolvente y el techo.

En primer lugar, destaca la gran cantidad de tanques que tras realizar la evaluación de riesgos, aparecen clasificados en el año 2013, cuando en el plan actual de intervenciones no existe esta acumulación de tanque en dicho año.

Esto está claramente relacionado con la forma de seleccionar los tanques para las próximas intervenciones, en la que se tiende a “olvidar” a los equipos donde no se tiene constancia de daños conocidos y centramos los esfuerzos en equipos donde si se tiene conocimiento de daños o deterioros.



**Figura 6.3** Plan de Inspección y Mantenimiento para el año 2013 por componentes



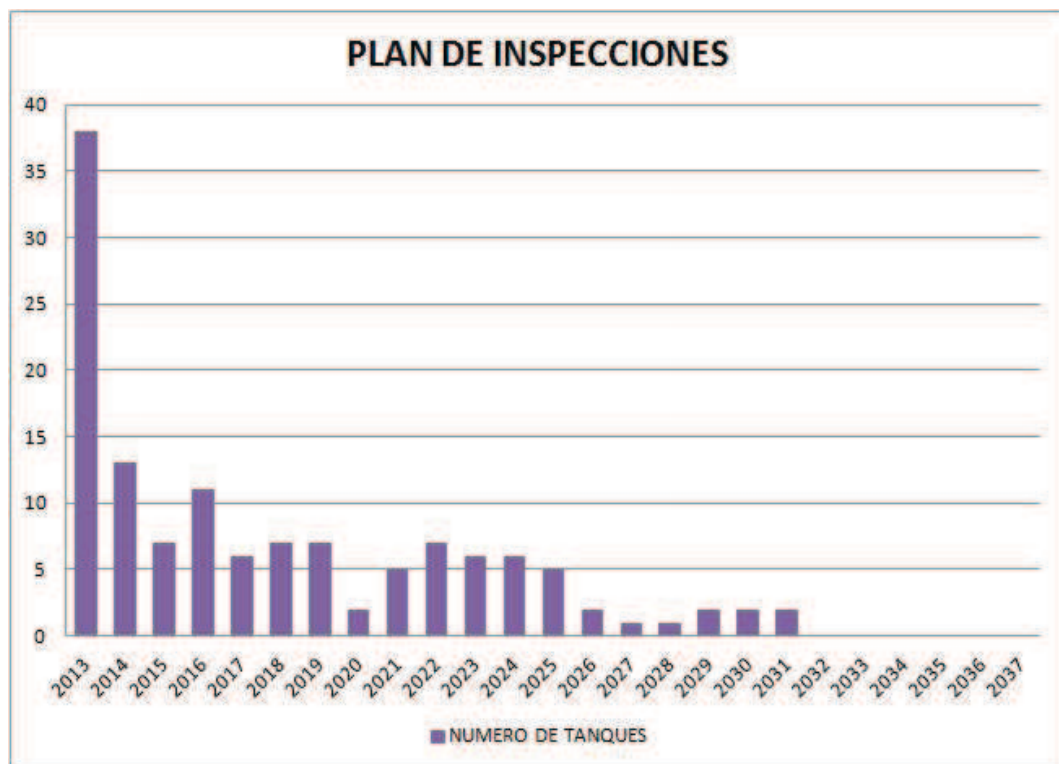
Las inspecciones de mantenimiento preventivo realizadas periódicamente, como ya hemos comentado anteriormente, son una inspección exterior del equipo, pero si un equipo no tiene un daño claramente visible, como puede ser una fuga de producto por el fondo del tanque, puede pasar desapercibido, y no ser tenido en cuenta en la reunión anual donde se elabora el plan anual y quinquenal de inspección y mantenimiento.

Esto ha producido una acumulación de tanques a intervenir en el primer año establecido por la evaluación, requiriendo un total de 29 tanques la inspección del fondo, esto supone que el 76% del total de los tanques a inspeccionar en el año 2013, requieren de una intervención interior.

De ellos, un total de 12 tanques llevan más de 20 años sin ser inspeccionados interiormente y en los cuales no se siguen la recomendación del código API 653<sup>[1]</sup>, referida al periodo máximo entre inspecciones sucesivas. En el resto, 17 tanques, la evaluación ha determinado una vida remanente del componente fondo menor a los 20 años indicados por el código.

Tal y como se viene elaborando actualmente el Plan Inspección y Mantenimiento de tanques, el alcance es uniforme respecto al número anual de equipos a intervenir, estando entorno a 8-10 tanques por año.

Independientemente del año 2013, en los años sucesivos existe un reparto similar al realizado actualmente, más uniforme en cuanto al número total de tanques a intervenir cada año. En la Figura 6.4 puede apreciarse este reparto entre los años 2013-2032.

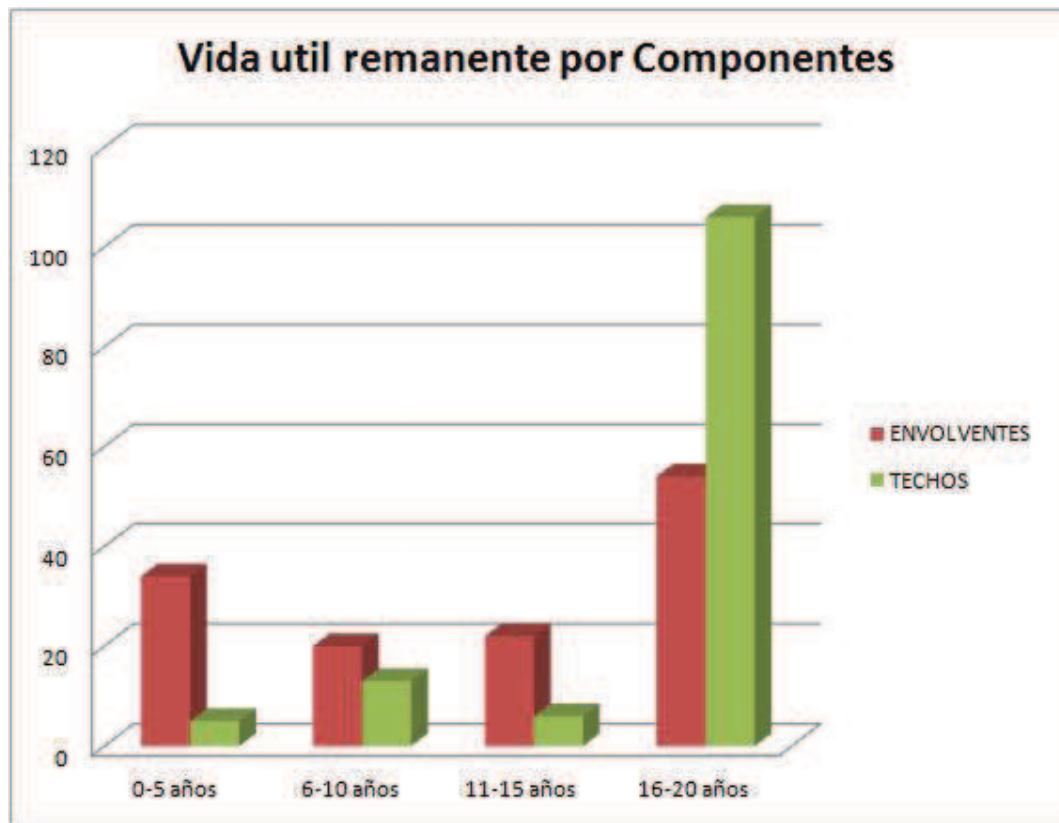


**Figura 6.4** Plan de Inspecciones de tanques entre 2013-2032

También se destacable la gran acumulación de tanques para inspeccionar debido a los componentes de la envolvente y el techo en el periodo máximo indicado por la aplicación, que está programada a un periodo de 20 años.

Los datos introducidos en la aplicación, en este caso, son los correspondientes al año 2012-2013 y provienen de las inspecciones de mantenimiento preventivo que se realizan anualmente.

En la Figura 6.5, puede apreciarse que para los componentes de las envolventes y los techos, el periodo para las próximas inspecciones que ha sido calculado a través de la evaluación de riesgo, se encuentra en torno a los 16-20 años para un elevado porcentaje de tanques, concretamente un 41% para las envolventes y un 81% para los techos.



**Figura 6.5** Próxima inspecciones para envolveres/techos

Otro dato a destacar, es el bajo porcentaje de tanques que se deben inspeccionar según la evaluación de riesgos, debido a los componentes de la envolvente y el techo en un periodo menor a los 5 años, siendo de un 26,1% para las envolveres y de un 3,8% para los techos. Actualmente el periodo de inspección que afecta a estos componentes es anual, a través de las inspecciones de mantenimiento preventivo realizadas al total de tanques evaluados.

### 6. 3. Análisis de los sistemas de productos de los tanques evaluados

Los productos almacenados en los tanques son muy diversos y con características diferentes en cuanto al comportamiento en el interior de los mismos. Algunos productos como los crudos o slops tienen un alto potencial corrosivo en los fondos de los tanques, otros como los F.O/LCO con alto porcentaje de azufre, producen corrosión interna en los techos y en la zona de vapor de la envolvente de los tanques.

Estas características de los productos almacenados, son tenidas en cuenta en la evaluación de riesgo que la aplicación SIMAGIT realiza y afecta como es lógico a los resultados obtenidos en el Plan de Inspección y Mantenimiento, ya que el intervalo máximo de inspección se ve disminuido por el factor de clasificación del riesgo “K”. Dicho factor representa la disminución de la vida remanente del componente del tanque estudiado.

Por otro lado, somos capaces de visualizar los tanques de los sistemas más problemáticos y prever las fechas y tipos de inspección necesarias.

Tal y como se viene realizando actualmente, la consideración de los diferentes sistemas de productos (Crudo, F.O, Gasolinas, etc.), a la hora de realizar el Plan de Inspección y Mantenimiento, se realiza primordialmente por motivos de planificación y producción.

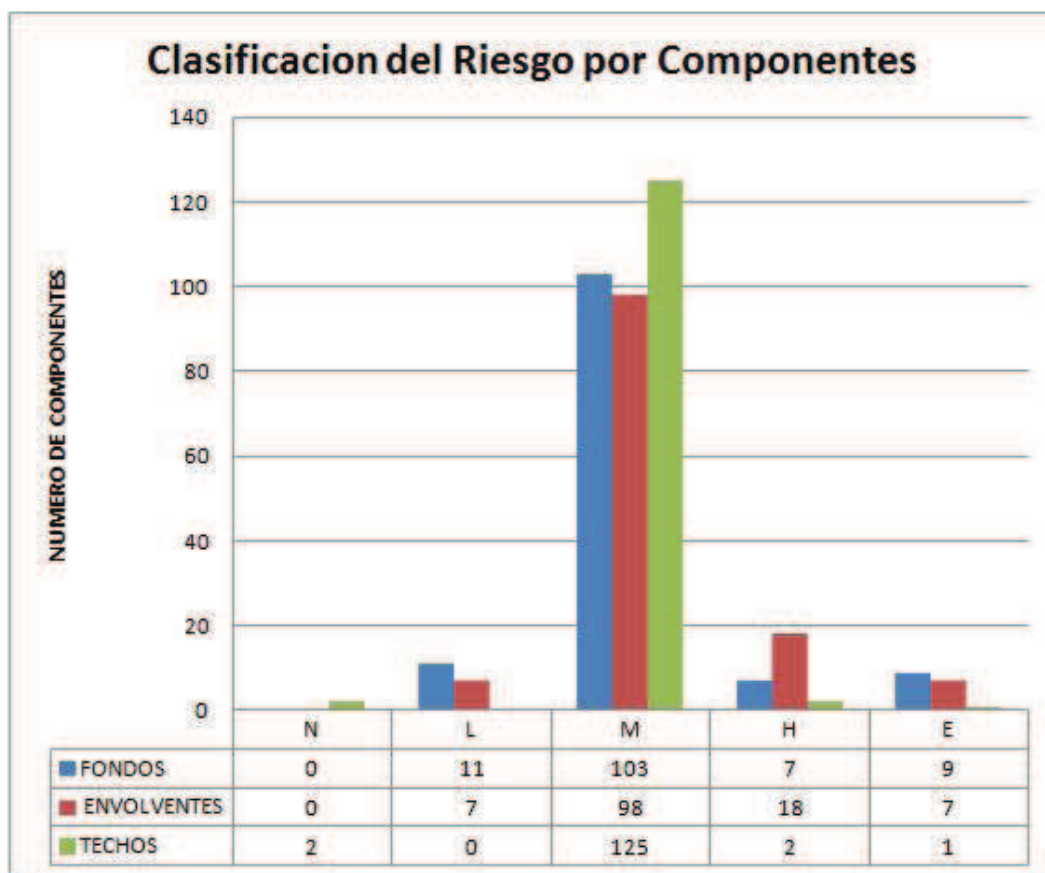
El parque de la Refinería es limitado y en el caso de algunos sistemas se hace incompatible con el funcionamiento normal de la Refinería, el dejar dos tanques del mismo sistema fuera de servicio para inspección y revisión. Por ello, en la reunión anual se debe decidir cuál es más urgente de intervenir y cual debe dejarse para un próximo año.

Esta situación, que es intrínseca de la Refinería Gibraltar-San Roque, puede mejorarse al tener otras herramientas de decisión, como es la evaluación de riesgo, cuando se realice la reunión anual multidisciplinar para determinar el Plan anual y quinquenal.

#### 6. 4. Análisis de la clasificación del riesgo de los tanques evaluados

Como era presumible, al realizar la evaluación de riesgo de los tanques, se han obtenido diferentes clasificaciones de riesgo para los diferentes componentes estudiados. En la Figura 6.6 se muestra una gráfica donde pueden verse representados los cinco niveles existentes en la matriz de riesgo (N; L; M; H; E) y el reparto en cuanto a los componentes evaluados para el parque de tanques.

Con diferencia, la clasificación del riesgo predominante en la evaluación es la intermedia “M”, hecho que además se cumple tanto para los fondos, las envolventes y los techos. Esto se puede interpretar como que los componentes evaluados necesitan de métodos simples de inspección para mantenerse dentro de los parámetros requeridos de integridad y funcionamiento.



**Figura 6.6** Clasificación del Riesgo calculada por componentes

También destaca del análisis de los resultados, la existencia de un número a tener en cuenta de envoltentes y fondos, cuya clasificación del riesgo se sitúa por encima de la intermedia, obteniéndose valores altos (H) y extremos (E). Esto influye directamente en la disminución de la vida remanente del componente afectado, siendo dicha disminución de un 20% para “H” y de un 25% para “E”.

En estos casos, será necesario realizar una nueva evaluación para intentar bajar el riesgo a valores de tasas menos elevadas. Teniendo estos datos en cuenta, en la reunión anual, se podrá considerar en que tanques es factible modificar la clasificación del riesgo y mediante que acciones. En contraposición a la sistemática actual, tendremos otro indicador objetivo para analizar cuando se elaboré el plan anual y quinquenal.

- [1] API 653 (Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction)



### 7. 1. Conclusiones

Tras desarrollar el TFC, realizando la evaluación del riesgo mediante la aplicación de la metodología RBI en los tanques de almacenamiento de la Planta de Distribución y obteniéndose un Plan de Inspección y Mantenimiento a futuro, procedemos en este apartado a comentar las conclusiones obtenidas:

- Indicar en primer lugar, que la aplicación de la metodología RBI, resulta totalmente compatible con la forma actual de trabajar en cuanto a la elaboración de los planes de inspección y mantenimiento de los tanques. Se trata de introducir una nueva herramienta, que complemente la información disponible hasta estos momentos (inspecciones/revisiones preventivas) y la unifique a través de la aplicación SIMAGIT.
- SIMAGIT consigue centralizar casi toda la información de los tanques estudiados, por lo que unifica los datos referidos a históricos, inspecciones y revisiones de mantenimiento preventivo, datos de operación, últimas intervenciones y futuras. De esta forma, se dispone de una herramienta que ahorra mucho tiempo en la búsqueda de información, cuando esta es requerida. Para ello, es necesario que la herramienta esté actualizada con las últimas inspecciones e intervenciones de mantenimiento.
- Lo más destacable que se ha podido extraer de los resultados, es que es posible reemplazar por completo las inspecciones basadas en el tiempo por las inspecciones basadas en el riesgo y de esta forma optimizar las tareas de inspección.
- De una parte, la evaluación realizada ha permitido identificar componentes con mayor necesidad de inspección que la que actualmente se realiza, ya que se han detectado componentes con una vida remanente menor al previsto inicialmente.

Se ha podido comprobar la existencia de bastantes tanques que deben ser inspeccionados debido al componente del fondo antes de llegar a los 20 años recomendados por el código API 653<sup>[1]</sup>.

Solo el 51% de los fondos evaluados, tienen una vida remanente de 20 años, por lo que será necesario tomar medidas con el objetivo de poder aumentar los intervalos de inspección de los fondos, ya que esto supone dejar al tanque fuera de servicio.

- Por otro lado, la metodología aplicada también ha identificado componentes con menor necesidad en cuanto a inspección, donde los períodos de intervenciones que han resultado a través de la evaluación de riesgos, han resultado ser muy superiores a los que se vienen realizando en la actualidad, sea el caso de las envolventes y los techos de muchos tanques.

Como hemos indicado en el apartado anterior, un porcentaje elevado de tanques está siendo sobre inspeccionado en lo referente a estos componentes sin ningún tipo de diferenciación, ya que actualmente las inspecciones de mantenimiento preventivo se realizan anualmente para todos los tanques.

En la tabla siguiente puede verse, que para el intervalo comprendido entre 0 y 5 años, existen un total de 34 envolventes y 5 techos que se deben inspeccionar, el resto de componentes evaluados tienen fechas de inspección posteriores. Por esto, habrá que priorizar la inspección sobre estos componentes en los tanques afectados, manteniendo la inspección en el intervalo actual y por otro lado, aumentar el intervalo de inspección para el resto de componentes.

	FONDOS	ENVOLVENTES	TECHOS
0-5 años	13	34	5
6-10 años	21,00	20,00	13,00
11-15 años	13,00	22,00	6,00
16-20 años	83,00	54,00	106,00

**Figura 7.1** Intervalo de inspecciones para los componentes del tanque

En estos caso, sería recomendable modificar los intervalos de las inspecciones exteriores, adaptándolos a los resultados obtenidos en la evaluación y a las recomendaciones del código API 653[1].

- Como ya se ha visto, el tiempo entre paradas puede ser mayor, ya que un análisis detallado por componente incrementa la confiabilidad del mismo. Además, con el uso de la metodología y las inspecciones siguientes, se obtienen mayores índices de confianza.

Esto se traduce en mayores intervalos entre inspecciones, esto reduce así los costos de inspección y mantenimiento, y produce un aumento de los ingresos debido a la mayor disponibilidad del tanque. En un futuro, es posible obtener frecuencias de tareas de inspección tales que pueda ampliarse el tiempo entre paradas.

- También se podrá elaborar, previo a la parada del tanque, una lista de componentes que necesitan ser inspeccionados, con la correspondiente técnica de inspección, alcance, etc. Es decir, es posible realizar con anterioridad una preparación y planificación de las tareas de inspección y mantenimiento a realizarse en la parada del tanque. Esto conduce a que el tanque estará un menor tiempo fuera de servicio.
- Se obtiene menor cantidad de paradas de emergencias, esto se debe a que el análisis detallado que se hace por componente permite identificar los mecanismos de daño que actúan sobre el mismo (Ej. Corrosión interna en el fondo) y tomar acciones preventivas antes de que ocurra el fallo.

Se podrán elegir métodos de inspección adecuados para prevenir el fallo. Por ejemplo, si la evaluación indica que el fondo de un tanque puede tener un problema de corrosión interna, podríamos realizar un test de fugas con el tanque en servicio, para asegurarnos que no existe fuga de producto por el fondo.

- Aunque el factor de riesgo predominante es el intermedio “M”, como ya se indicó en el apartado anterior, la evaluación ha detectado la existencia de componentes con niveles de riesgo alto “H” y extremo “E”. En estos casos será necesario intentar bajar a niveles de factores de riesgo menos críticos.

Para ello existen muchos métodos para reducir el riesgo a un nivel aceptable, los cuales comentamos a continuación:

- Aumentar la frecuencia de inspección de los componentes, donde el factor de riesgo es alto.
- Mejorar el alcance de las inspecciones, aumentando los porcentajes de las zonas inspeccionadas en los componentes con mayor riesgo.
- Mejorar las herramientas de inspección, utilizando las nuevas técnicas existentes en la industria (Ej. Equipos de ultrasonidos “Phased array”).
- Utilizar técnicas robotizadas estando el tanque en servicio (Ej. Araña automática de medición de espesores por UT en la envolvente y el techo del tanque).
- Actualización del material y recubrimientos, aplicando nuevos sistemas donde los convencionales no dan una solución eficiente (Ej. Aplicación de “composite” como recubrimiento de algunos fondos con altas velocidades de corrosión por bacteriana).
- Actualizar el diseño del componente que determina la siguiente inspección o mejorar/aumentar la monitorización del proceso (Ej. Detectores de agua en los fondos de algunos tanques).

- Mejorar el rendimiento del mantenimiento, consiguiendo que se realicen las tareas de revisión y reparación de los elementos relacionados con la probabilidad de que se produzca un fallo, como por ejemplo la pintura de recubrimiento, el estado de la fundación, el sistema de protección catódica, etc.

Todas estas medidas, están vinculadas de una parte, a la modificación del Factor de Probabilidad (PF), que actuara a través de la matriz de riesgos modificando el Factor de Clasificación del Riesgo (K) del componente, y de otro parte, a la modificación del factor de Clasificación del Crédito (C), el cual aumentará el Factor K, según se mejore el alcance y la frecuencia de las inspecciones.

Ambos, como puede apreciarse en la fórmula 7.1, afectan directamente a la vida remanente (RL) del componente del tanque y por tanto al intervalo de inspección (II).

$$II = (K+C) \times RL \quad (7.1)$$

- Al elaborar la aplicación un Plan de Inspección y Mantenimiento a 25 años, conseguimos tener una visión más global de la situación del parque de tanques, no quedándonos solo con el plan quinquenal que existe actualmente.

Con esto, podemos realizar modificaciones respecto al año de inspección, si por motivos de planificación no se puede dejar un tanque fuera de servicio en la fecha programada. Podríamos elegir otro tanque del mismo sistema que estuviera programado en la fecha más próxima y permutarlo por el programado inicialmente.

### 7. 2. Recomendaciones

Tras presentar en el apartado anterior las conclusiones obtenidas, exponemos a continuación las recomendaciones derivadas del TFC:

1. Implantar la aplicación SIMAGIT, como herramienta fundamental, para realizar la evaluación de la metodología RBI en los tanques de la Refinería Gibraltar-San Roque.
2. Modificar la periodicidad de las inspecciones de mantenimiento preventivo realizadas por el Dpto. de Inspecciones y que actualmente se realizan anualmente para todos los tanques. Para ello se seguirán las recomendaciones del código API 653<sup>[1]</sup>, la norma EEMUA 159<sup>[4]</sup> para la inspecciones exteriores realizadas con los tanques en servicio y los datos obtenidos en la evaluación de riesgo de los tanques para los componentes de la envolvente y el techo, teniendo en cuenta el menor de los siguientes valores:
  - Cada 5 años
  - La diferencia entre el espesor medido en la envolvente y el mínimo requerido por el código API 653<sup>[1]</sup>, medido en mm, dividido por la velocidad de corrosión y por cuatro.
  - La fecha determinada por la evaluación RBI, realizada mediante la aplicación SIMAGIT.
3. Realizar inicialmente un plan quinquenal para el periodo 2013-2017 con los datos obtenidos en la evaluación de riesgos, realizando un reparto equitativo a lo largo de los 5 años del periodo. Esto es necesario realizarlo ya que para el año 2013, se han detectado un número elevado de tanques, cuyas inspecciones vienen retrasadas de años anteriores.

La redistribución se realizará en función de diferentes factores, como el tipo de producto almacenado, la información disponible de las inspecciones externas, las



necesidades de planificación, etc. De esta forma será viable la ejecución de las revisiones y trabajos de mantenimiento con los recursos disponibles para cada año.

4. Para aumentar el periodo de inspección en los fondos, será necesario tomar las siguientes medidas:

- Una vez el tanque se encuentre fuera de servicio, llevar a cabo las reparaciones en base a las indicaciones detectadas tras realizarse la inspección mediante MFL (Magnetic Flux Leakage) y UT (Ultrasonic Testing). Con estas técnicas conseguiremos aumentar el alcance de la inspección al 100% del fondo y la reparación subsiguiente será más completa.
- Bajar la velocidad de corrosión que afectan a los fondos de determinados tanques, a través de medidas como; mejorar el recubrimiento de los fondos, aplicar cuando sea posible protección catódica interna o externa, mejorar la fundación del tanque, etc. Como esto podremos conseguir aumentar la vida remanente del fondo.
- Disminuir en lo posible la clasificación de riesgos, sobre todo en los tanques que se sitúan con tasas por encima de la intermedia (M). Se volverá a realizar una evaluación de riesgos del tanque, una vez se acometan las medidas pertinentes.

5. Mantener la actual reunión anual multidisciplinar, donde se pueda concretar el Plan de Inspección y Mantenimiento Correctivo anual y quinquenal, todo ello con la nueva herramienta implantada.

- [1] API 653 (Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction)
- [4] EEMUA 159 (User's Guide to the inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tanks)

- [1] (3ª edición. 2008) API Standard 653 “Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction”.
- [2] (2ª edición. 2009) API RP 580 “Risk-Based Inspection”.
- [3] (2ª edición. 2008) API RP 581 “Risk-Based Inspection Technology”.
- [4] (3ª edición. 2003) EEMUA 159 Vol-1/2 “User’s Guide to the inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tanks”.
- [5] (11ª edición. 2007) API Standard 650 “Welded steel tanks for Oil storage”.
- [6] (3ª edición. 2007) API RP 651 “Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks”.
- (Rev. 1/Enero 2012) PR-085 “Procedimiento General de Inspección y Mantenimiento de tanques” (Procedimiento interno de CEPSA).
- (Rev. 7/Diciembre 2007) ESP-4602-1 “Especificación para Pinturas Industriales” (Especificación interna CEPSA).
- Fichas de seguridad de productos (Aplicación interna de CEPSA)
- Histórico de inspecciones de la Refinería “Gibraltar – San Roque”.

## 9. 1. Secciones utilizadas del código API 653

## SECTION 6—INSPECTION

## 6.1 GENERAL

Periodic in-service inspection of tanks shall be performed as defined herein. The purpose of this inspection is to assure continued tank integrity. Inspections, other than those defined in 6.3 shall be directed by an authorized inspector.

## 6.2 INSPECTION FREQUENCY CONSIDERATIONS

6.2.1 Several factors must be considered to determine inspection intervals for storage tanks. These include, but are not limited to, the following:

- a. The nature of the product stored.
- b. The results of visual maintenance checks.
- c. Corrosion allowances and corrosion rates.
- d. Corrosion prevention systems.
- e. Conditions at previous inspections.
- f. The methods and materials of construction and repair.
- g. The location of tanks, such as those in isolated or high risk areas.
- h. The potential risk of air or water pollution.
- i. Leak detection systems.
- j. Change in operating mode (for example: frequency of fill cycling, frequent grounding of floating roof support legs).
- k. Jurisdictional requirements.
- l. Changes in service (including changes in water bottoms).
- m. The existence of a double bottom or a release prevention barrier.

6.2.2 The interval between inspections of a tank (both internal and external) should be determined by its service history unless special reasons indicate that an earlier inspection must be made. A history of the service of a given tank or a tank in similar service (preferably at the same site) should be available so that complete inspections can be scheduled with a frequency commensurate with the corrosion rate of the tank. On-stream, nondestructive methods of inspection shall be considered when establishing inspection frequencies.

6.2.3 Jurisdictional regulations, in some cases, control the frequency and interval of the inspections. These regulations may include vapor loss requirements, seal condition, leakage, proper diking, and repair procedures. Knowledge of such regulations is necessary to ensure compliance with scheduling and inspection requirements.

## 6.3 INSPECTIONS FROM THE OUTSIDE OF THE TANK

## 6.3.1 Routine In-Service Inspections

6.3.1.1 The external condition of the tank shall be monitored by close visual inspection from the ground on a routine

basis. This inspection may be done by owner/operator personnel, and can be done by other than authorized inspectors as defined in 3.6. Personnel performing this inspection should be knowledgeable of the storage facility operations, the tank, and the characteristics of the product stored.

6.3.1.2 The interval of such inspections shall be consistent with conditions at the particular site, but shall not exceed one month.

6.3.1.3 This routine in-service inspection shall include a visual inspection of the tank's exterior surfaces. Evidence of leaks; shell distortions; signs of settlement; corrosion; and condition of the foundation, paint coatings, insulation systems, and appurtenances should be documented for follow-up action by an authorized inspector.

## 6.3.2 External Inspection

6.3.2.1 All tanks shall be given a visual external inspection by an authorized inspector. This inspection shall be called the external inspection and must be conducted at least every 5 years or  $RC_4/4N$  years (where  $RC_4$  is the difference between the measured shell thickness and the minimum required thickness in mils, and  $N$  is the shell corrosion rate in mils per year) whichever is less. Tanks may be in operation during this inspection.

6.3.2.2 Insulated tanks need to have insulation removed only to the extent necessary to determine the condition of the exterior wall of the tank or the roof.

6.3.2.3 Tank grounding system components such as shunts or mechanical connections of cables shall be visually checked. Recommended practices dealing with the prevention of hydrocarbon ignition are covered by API RP 2003.

## 6.3.3 Ultrasonic Thickness Inspection

6.3.3.1 External, ultrasonic thickness measurements of the shell can be a means of determining a rate of uniform general corrosion while the tank is in service, and can provide an indication of the integrity of the shell. The extent of such measurements shall be determined by the owner/operator.

6.3.3.2 When used, the ultrasonic thickness measurements shall be made at intervals not to exceed the following:

- a. When the corrosion rate is not known, the maximum interval shall be 5 years. Corrosion rates may be estimated from tanks in similar service based on thickness measurements taken at an interval not exceeding 5 years.
- b. When the corrosion rate is known, the maximum interval shall be the smaller of  $RC_4/2N$  years (where  $RC_4$  is the difference between the measured shell thickness and the



minimum required thickness in mils, and  $N$  is the shell corrosion rate in mils per year) or 15 years.

**6.3.3.3** Internal inspection of the tank shell, when the tank is out of service, can be substituted for a program of external ultrasonic thickness measurement if the internal inspection interval is equal to or less than the interval required in 6.3.3.2b.

#### **6.3.4 Cathodic Protection Surveys**

**6.3.4.1** Where exterior tank bottom corrosion is controlled by a cathodic protection system, periodic surveys of the system shall be conducted in accordance with API RP 651. The owner/operator shall review the survey results.

**6.3.4.2** The owner/operator shall assure competency of personnel performing surveys.

### **6.4 INTERNAL INSPECTION**

#### **6.4.1 General**

**6.4.1.1** Internal inspection is primarily required to:

- a. Ensure that the bottom is not severely corroded and leaking.
- b. Gather the data necessary for the minimum bottom and shell thickness assessments detailed in Section 6. As applicable, these data shall also take into account external ultrasonic thickness measurements made during in-service inspections (see 6.3.3).
- c. Identify and evaluate any tank bottom settlement.

**6.4.1.2** All tanks shall have a formal internal inspection conducted at the intervals defined by 6.4.2 or 6.4.3. The authorized inspector who is responsible for evaluation of a tank must conduct a visual inspection and assure the quality and completeness of the NDE results. If the internal inspection is required solely for the purpose of determining the condition and integrity of the tank bottom, the internal inspection may be accomplished with the tank in-service utilizing various ultrasonic robotic thickness measurement and other on-stream inspection methods capable of assessing the thickness of the tank bottom, in combination with methods capable of assessing tank bottom integrity as described in 4.4.1. Electromagnetic methods may be used to supplement the on-stream ultrasonic inspection. If an in-service inspection is selected, the data and information collected shall be sufficient to evaluate the thickness, corrosion rate, and integrity of the tank bottom and establish the internal inspection interval, based on tank bottom thickness, corrosion rate, and integrity, utilizing the methods included in this standard. An individual, knowledgeable and experienced in relevant inspection methodologies, and the authorized inspector who is responsible for evaluation of a tank must assure the quality and completeness of the in-service NDE results.

#### **6.4.2 Inspection Intervals**

**6.4.2.1** Intervals between internal inspections shall be determined by the corrosion rates measured during previous inspections or anticipated based on experience with tanks in similar service. Normally, bottom corrosion rates will control and the inspection interval will be governed by the measured or anticipated corrosion rates and the calculations for minimum required thickness of tank bottoms (see 4.4.7). The actual inspection interval shall be set to ensure that the bottom plate minimum thicknesses at the next inspection are not less than the values listed in Table 6-1. In no case, however, shall the internal inspection interval exceed 20 years.

**6.4.2.2** When corrosion rates are not known and similar service experience is not available to estimate the bottom plate minimum thickness at the next inspection, the internal inspection interval shall not exceed 10 years.

#### **6.4.3 Alternative Internal Inspection Interval**

As an alternative to the procedures in 6.4.2, an owner-operator may establish the internal inspection interval using risk-based inspection (RBI) procedures. Combining the assessment of the likelihood of tank leakage or failure and the consequence of tank leakage or failure is the essential element of RBI. A RBI assessment may increase or decrease the internal inspection intervals obtained using the procedures of 6.4.2.1. The RBI process may be used to establish as acceptable the risk of a minimum bottom plate thickness at the next inspection interval independent of the values in Table 6-1. The RBI assessment may also increase or decrease the 20-year inspection interval described in 6.4.2.1. The initial RBI assessment shall be reviewed and approved by an authorized inspector and an engineer(s), knowledgeable and experienced in tank design (including tank foundations) and corrosion. The RBI assessment shall be subsequently reviewed and approved by an authorized inspector and an engineer(s), knowledgeable and experienced in tank design (including tank foundations) and corrosion, at intervals not to exceed 10 years, or more often if warranted by changes in service.

Some of the factors that should be considered in a RBI assessment of a tank include the following:

- a. The material of construction, including liners and coatings, relative to the product temperature and ambient conditions.
- b. The as-built standard.
- c. The methods used for determination of the shell and bottom plate thickness.
- d. The availability and effectiveness of the inspection methods and quality of the data collected.
- e. The analysis methods used to determine the product side, soil side, and external corrosion rates and the accuracy of these methods and corrosion rates.



Table 6-1—Bottom Plate Minimum Thickness

Minimum Bottom Plate Thickness* at Next Inspection (in.)	Tank Bottom/Foundation Design
0.10	Tank bottom/foundation design with no means for detection and containment of a bottom leak.
0.05	Tank bottom/foundation design with means to provide detection and containment of a bottom leak.
0.05	Applied tank bottom reinforced lining, > 0.05 in. thick, in accordance with API RP 652.

Note:

\*See 4.4.7

f. The availability, accuracy, and need for leak detection methods and procedures.

g. The effectiveness of corrosion mitigation methods, such as cathodic protection systems, liners, and coatings.

h. The quality of the maintenance, including previous repairs.

i. The probability of and type of failure, i.e., slow leak to the environment, tank bottom rupture or tank shell brittle fracture.

j. The environmental consequence and likelihood of a tank leak or failure.

05 k. The presence or absence of a release prevention barrier (RPB) under the primary tank bottom (see 4.4.5, Note 5).

Historic tank leakage and failure data and information will also be important for this assessment.

It is essential that all RBI assessments be conducted by trained, qualified individuals knowledgeable in RBI methodology, and knowledgeable and experienced in tank foundation design, construction, and corrosion. RBI assessments shall be thoroughly documented, clearly defining all the factors contributing to both the likelihood and consequence of tank leakage or failure.

After an effective RBI assessment is conducted, the results can be used to establish a tank inspection strategy and better define the most appropriate inspection methods, appropriate frequency for internal, external and on-stream inspections, and prevention and mitigation steps to reduce the likelihood and consequence of a tank leak or failure.

## 6.5 ALTERNATIVE TO INTERNAL INSPECTION TO DETERMINE BOTTOM THICKNESS

In cases where construction, size, or other aspects allow external access to the tank bottom to determine bottom thickness, an external inspection in lieu of an internal inspection is

allowed to meet the data requirements of Table 6-1. However, in these cases, consideration of other maintenance items may dictate internal inspection intervals. This alternative approach shall be documented and made part of the permanent record of the tank.

## 6.6 PREPARATORY WORK FOR INTERNAL INSPECTION

Specific work procedures shall be prepared and followed when conducting inspections that will assure personnel safety and health and prevent property damage in the workplace (see 1.4).

## 6.7 INSPECTION CHECKLISTS

Appendix C provides sample checklists of items for consideration when conducting in-service and out-of-service inspections.

## 6.8 RECORDS

### 6.8.1 General

Inspection records form the basis of a scheduled inspection/maintenance program. (It is recognized that records may not exist for older tanks, and judgments must be based on experience with tanks in similar services.) The owner/operator shall maintain a complete record file consisting of three types of records, namely: construction records, inspection history, and repair/alteration history.

### 6.8.2 Construction Records

Construction records may include nameplate information, drawings, specifications, construction completion report, and any results of material tests and analyses.

### 6.8.3 Inspection History

The inspection history includes all measurements taken, the condition of all parts inspected, and a record of all examinations and tests. A complete description of any unusual conditions with recommendations for correction of details which caused the conditions shall also be included. This file will also contain corrosion rate and inspection interval calculations.

### 6.8.4 Repair/Alteration History

The repair/alteration history includes all data accumulated on a tank from the time of its construction with regard to repairs, alterations, replacements, and service changes (recorded with service conditions such as stored product temperature and pressure). These records should include the results of any experiences with coatings and linings.

## 9. 2. Secciones utilizadas de la norma EEMUA 159 VOL 2

## B.3 INSPECTION FREQUENCIES

GROUP	SERVICE CONDITIONS	EXTERNAL ROUTINE VISUAL  (months)	INSPECTION FREQUENCY						
			EXTERNAL Detailed visual including ultrasonic thickness measurements of shell and roof (years)			INTERNAL Detailed visual including ultrasonic thickness measurements of bottom and shell (years)			
			CLIMATE CODE (*see below)						
			A	B	C	A	B	C	
1	Slaps, corrosive or aggressive chemicals, raw water, brine (not internally protected)	3	1	1	1	3	3	3	
1A	Same as Group 1 except where internally protected as in Appendix C.5.3	3	5	5	7	7	7	7	
2	Refrigerated Storage		See Appendix F						
3	Crude Oil	3	5	5	7	8	8	10	
4	Fuel oil, gas oil, white oil, diesel oil, caustic soda, hot or non-aggressive chemicals air born liquid	3	5	8	10	12	16	20	
5	Jet A1 (fully internally protected)	3	10	10	15	15	15	20	
6	Light products, kerosene, gasoline, cracked distillates heated water (not internally protected)	3	3	5	7	8	10	12	
7	Heated and insulated tanks.	3	3	3	5	6	6	8	
	Note: External UT measurements only around bottom of shell and at selected locations around roof periphery.								

Climate codes:

A = Warm and humid, e.g. tropical and subtropical areas.

B = Temperate climate with frequent rain and wind

C = Warm and dry, e.g. desert locations

Table B.3-1 Inspection Frequencies

## Comments:

The inspection frequencies indicated above are for guidance only. After each detailed external or internal inspection, the Tank Integrity Assessor (TIA) should determine the date for the next inspection. This date should ensure that the rejection limits stated elsewhere in this publication are not exceeded.

If the inspection results indicate a more rapid deterioration due to corrosion or settlement, other similar tanks may need to be inspected earlier. On the other hand, if the inspection results are favourable, an extension of the inspection interval may be considered.



## 8.4 REJECTION LIMITS

### 8.4.1 Floor Area

Rejection limits for the thickness of the tank bottom can only be prescribed in relation to the probability of leakage due to corrosion. Away from the critical annular area, the bottom is not subjected to stress unless there is significant differential foundation settlement. With a good foundation, the floor acts only as a sealing membrane, and consequently is assessed only on the probability of leakage when prescribing permitted remaining thickness or rejection limits. In the event of serious settlement, an experienced engineer (Tank Integrity Assessor) should be consulted.

For bottoms subject to general corrosion or localised corrosion in fairly large areas, the minimum allowable bottom plate thickness is 2.5 mm for tanks situated on standard A, B or C type foundations (see EEMUA Pub. 183, Section 2 and Appendix IV Sheet 1). However, for tanks situated on D or E type foundations and on other foundations where leak detection and management systems have been installed (see EEMUA Pub. 183, 7.2.1 and Appendix I, Figure I-1), the minimum allowable bottom plate thickness is 1.5 mm.

The method of assessment provided in Appendix E uses the above limits for evaluation of the remaining life of the bottom, and calculation of the interval before the next required inspection. The Appendix E method does not depend on a detailed knowledge of pitting corrosion rates. The effect of pitting is taken into account by multiplying the general corrosion rate by an 'acceleration factor', although if the user has good data this may be used instead. It should be noted that if there is significant pitting corrosion with negligible general corrosion, this factor could underestimate the effect of pitting. A more deterministic approach may be required in this case. The user has to apply his own judgement when assigning levels of confidence to his own specific data.

The API Std 653 definition of the minimum remaining thickness, when using that standard's deterministic method, assumes detailed knowledge of the internal and external general and pitting corrosion rates. Since the API 653 deterministic method combines general and pitting corrosion in calculating the minimum bottom thickness, it is clear that the remaining thickness prescribed relates to the absolute minimum remaining thickness taking pitting into account. On that basis there is no necessity to apply further confidence factors as per the Appendix E assessment.

Because the limits discussed above for bottom plate thickness relate to the probability of tank bottom leakage, which leakage is assumed to be detectable before it results in serious deterioration of the foundation, the user of this document should make his own assessment based on the quality of data and information at his disposal. It is recommended that care be taken not to confuse different criteria especially the difference between a deterministic method as outlined in API 653 and the probabilistic method given in Appendix E of this document.

### 8.4.2 Annular Area

The following applies whether or not separate annular plates are provided.

When the floor plates extend under the shell as sketch plates, the rejection criteria should apply to the critical area of the floor extending from the shell inwards for a distance of 300 mm.

Accelerated corrosion of the shell plates inside the tank may occur in fixed roof tanks above the liquid level (vapour space corrosion). Tank access is required for inspection of those areas which will require cleaning to allow a thorough examination.

Shells of floating roof tanks are vulnerable to accelerated inside corrosion caused by scratching of the roof seal along the tank shell, in particular when the seal is damaged. Internal tank shell corrosion on floating roof tanks may also be induced by wind or rain since in most cases the inside of tank shells is not coated.

Ultrasonic thickness gauging (see 5.3) may be necessary for determination of 'effective' shell thickness ( $t_1$  or  $t_2$ ; see 5.5).

### 9.3 REJECTION LIMITS FOR SHELL PLATES

- a) The minimum acceptable thickness for welded tank shells may be calculated from the following formula used in BS 2654 for basic design of tank shells:

$$t_{min} = \frac{D}{20SE} (98W(H-0.3) + P)$$

Where:

$t_{min}$  = the minimum acceptable thickness in mm from the above formula, but should not be less than 2.5 mm or 50% of the original shell plate thickness whichever is greater

$D$  = nominal diameter (m)

$H$  = height from the point under consideration to the maximum filling height (m)

$W$  = specific gravity of the contents

$P$  = design vapour pressure in mbar

$S$  = maximum allowable stress ( $N/mm^2$ ) as defined in b) below, as applicable

$E$  = original joint efficiency for the tank  
 use  $E = 0.85$  if original  $E$  is unknown  
 use  $E = 1.0$  when evaluating the retirement thickness in a corroded plate, when away from welds or joints by at least the greater of 25 mm or twice the plate thickness.

- b) For all courses, the maximum allowable stress,  $S$ , should be the least of the following value:

$0.80 Y$ , where

$Y$  = specified minimum yield strength of the plate.

If the specification is not known,  $Y = 215 N/mm^2$  may be used.

A sample calculation is given in Appendix D 1.1.

For tanks designed in accordance with API 650 or API 12C, the minimum acceptable thickness should be determined by the requirements given in API 653.

## C.5. TANK COATING AND LINING

### C.5.1 Paint Systems

This subsection presents typical paint systems for storage tanks. Other coating systems may also be suitable for use (e.g. when in accordance with coating manufacturers' recommendations). Tables C.5-1 to C.5-3 give data of proposed coating repairs following major tank repairs, i.e. replacement of bottom and/or shell plates, and following smaller repairs to damaged paint surfaces. Table C.5-4 gives further details with respect to tank contents.

The requirements are slightly different for smaller paint coating repairs: see table C.5-3, which assumes a surface condition not worse than ISO 4628-3 Ri 3 (1% of area rusted) or Ri 4 (8% of area rusted). Note the differences between the surface preparations recommended in Tables C.5-2 and C.5-3.

### C.5.2 Paint Maintenance

Periodic removal of all contaminants, e.g. salts, dirt, grease, oil, etc., by hosing with fresh water is sufficient if the coating is contaminated but no breakdown or corrosion is observed (i.e. Ri 0). If needed, a concentrated detergent may be used. If conducted regularly this will reduce the impact from the environment and result in longer maintenance intervals.

If the paint film, apart from local rusted areas, is sound and adequate (Ri 3), the areas that are corroded should be spot cleaned, and touched up to full film thickness. All corrosion products should be removed and the interface between the sound coat and the cleaned areas properly prepared.

For renovation (Ri 4), spot repair should be carried out to the existing coating, and a full top coat applied. The existing coating system should be sound and adequate and the new top coat would enhance the corrosion inhibition. In some cases a complete renovation may be needed for reasons of a change of colour or to prevent increased dirt retention.

The degree of blistering should be evaluated in accordance with ISO 4628-2. This standard characterises blistering in terms of size and frequency.

When the blistering frequency observed on a coating becomes 'medium', the nature of the blisters should be studied in order to establish the need for maintenance.

If the area underneath the blisters is dry and the blisters are raised by gas (e.g. from trapped solvent) the repair is urgently required. This is also the case if the blisters are filled with liquid even if there is little or no corrosion underneath.

Blisters with both liquid and corrosion product underneath indicate that corrosion has been initiated on the substrate and, therefore repair is necessary. In this case the repair requires complete removal of the blisters, since experience has shown that on equipment repaired once (locally) and put back into service, blistering is rapidly renewed. Consequently, the only satisfactory procedure is to blast-clean the surface thoroughly, which means a repair procedure similar to that for rust scale T1 to T4, as given in table C.5-3.

ITEM		OPERATING TEMP (°C)	SUBSTRATE	PAINT SYSTEM No.	
				Table C.5-2	Table C.5-3
CRUDE OIL TANKS BOTTOM and LOWEST SHELL COURSE	INTERNAL Non-corrosive	< 80	Carbon / low alloy steel	2	N.A.
	INTERNAL Corrosive	< 80	Carbon / low alloy steel	1	Ri 3–Ri 4: M1
CRUDE OIL TANKS ROOF and SHELL	INTERNAL	< 80	Carbon / low alloy steel	2	N.A.
	EXTERNAL	< 80	Carbon / low alloy steel	4	Ri 3–Ri 4: M2
OTHER STORAGE TANKS	INTERNAL	< 120	Carbon / low alloy steel	2	N.A.
	EXTERNAL	< 120	Carbon / low alloy steel	4	Ri 3: M2 Ri 4: M3
		50 – 220	Stainless steel	5	M4
	INTERNAL Chemical resistant	< 60	Carbon / low alloy steel	3	Ri 3: M5 <sup>(1)</sup> Ri 4: M6
	INTERNAL Industrial water <sup>(2)</sup>	< 80	Carbon / low alloy steel	1	Ri 3–Ri 4: M7

<sup>(1)</sup> Use M6 where maximum chemical resistance is required.

<sup>(2)</sup> For industrial water tanks, the use of primer is optional.

**Table C.5-1 Typical Painting Requirements for Storage Tanks**



SYSTEM No	SURFACE PREPARATION	PAINT SYSTEM		
		Primer	Inter-coat	Top Coat
1	Sa 2½	Polyamide-cured epoxy DFT 75 microns (µm)	—	Solvent-free high solids, amine-cured epoxy DFT 500 microns (µm)
2	Sa 2½	Zinc-rich epoxy DFT 25 microns (µm)	—	—
3	Sa 2½	Amine-cured, phenolic epoxy DFT 100 microns (µm)	Amine adduct-cured, phenolic epoxy DFT 100 microns (µm)	High build, amine adduct-cured epoxy DFT 100 microns (µm)
4	Sa 2½	Alkyl zinc silicate DFT 75 microns (µm)	High build, epoxy sealer DFT 75 microns (µm)	High build, aliphatic polyurethane DFT 75 microns (µm)
5	Light sweep blast (if not possible, steam clean)	Heat-resistant aluminium silicone DFT 25 microns (µm)	—	Silicone acrylic DFT 25 microns (µm)

DFT = dry film thickness

**Table C.5-2. Typical Paint Systems for Storage Tanks  
(Replaced Bottom and/or Shell Plates)**


SYSTEM No	SURFACE PREPARATION	PAINT SYSTEM		
		Primer	Inter-coat	Top Coat
M1	Sa 2	Polyamide-cured epoxy DFT 75 microns ( $\mu\text{m}$ )	—	Solvent-free amine-cured epoxy DFT 300 microns ( $\mu\text{m}$ )
M2	St 2	Surface tolerant, Al pigmented high solids amine-cured epoxy DFT 75 microns ( $\mu\text{m}$ )	—	High-build, MIO pigmented, polyamide-cured epoxy DFT 100 microns ( $\mu\text{m}$ )
M3	Sa 2	Surface tolerant, Al pigmented high solids amine-cured epoxy DFT 75 microns ( $\mu\text{m}$ )	High-build, MIO pigmented, polyamide-cured epoxy DFT 75 microns ( $\mu\text{m}$ )	High build, aliphatic polyurethane DFT 75 microns ( $\mu\text{m}$ )
M4	Sweep blast (or steam clean)	Silicone-acrylic DFT 25 microns ( $\mu\text{m}$ )	—	Silicone-acrylic DFT 25 microns ( $\mu\text{m}$ )
M5	St 3	Surface tolerant, high solids amine-cured epoxy DFT 75 microns ( $\mu\text{m}$ )	Amine adduct-cured, phenolic epoxy DFT 100 microns ( $\mu\text{m}$ )	High-build amine adduct-cured, phenolic epoxy DFT 100 microns ( $\mu\text{m}$ )
M6	Sa 2	Amine-cured, phenolic epoxy DFT 100 microns ( $\mu\text{m}$ )	Amine adduct-cured, phenolic epoxy DFT 100 microns ( $\mu\text{m}$ )	High-build amine adduct-cured, phenolic epoxy DFT 100 microns ( $\mu\text{m}$ )
M7	St 3	Zinc-rich epoxy DFT 25 microns ( $\mu\text{m}$ )	—	Solvent-free high solids, amine-cured epoxy DFT 500 microns ( $\mu\text{m}$ )

DFT = dry film thickness  
MIO = micaceous iron oxide

**Table C.5-3 Typical Paint Systems for Storage Tanks (Repair of Painted Surfaces)**



## 9. 3. Guía de aplicación de SIMAGIT

	<b>SIMAGIT - Guía de aplicación</b>	
	<b>Sistema de mantenimiento y gestión de la integridad del tanque (SIMAGIT) para tanques de acero verticales y superficie cilíndrica</b>	Rev. 0 27/04/2013
		Página 1 de 42

**INDICE**

<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>161</b>
<b>2. DATOS DE LA PANTALLA “GENERAL”</b>	<b>161</b>
2.1. Datos de diseño y operación	161
2.2. Establecimiento del factor G5 “clasificación del punto de inflamabilidad del producto”	162
2.3. Establecimiento del factor G6 “toxicidad del producto”	163
2.4. Establecimiento del factor G11 “serpentes de calentamiento”	163
2.5. Establecer los factores G12 “ubicación del almacenamiento” y G13 “proximidad al vallado perimetral”	164
2.6. Establecimiento del factor G14 “condición del aislamiento”	164
2.7. Condiciones climáticas	165
2.8. Condiciones de los recubrimientos de los componentes del tanque	165
<b>3. DATOS DE LAS PANTALLAS “FONDO”, “ENVOLVENTE” Y “TECHO”</b>	<b>166</b>
3.1. Establecimiento de los factores FP1 y FP2 del fondo “protección catódica por corriente impresa y ánodos de sacrificio”	166
3.2. Establecimiento del factor FP5B “tipo de fondo”	166
3.3. Establecimiento de los factores FP6A, P4, P5, “corrosividad del producto”	167
3.4. Establecimiento de los factores FP7 “Tipo de fundación”, FP8 “Altura de la fundación” y FP9 “Efectividad del drenaje”	169
3.5. Establecimiento del factor H9a “daños personales”	170
3.5.1. Fondo y Fundación	170
3.5.2. Envolverte	172
3.5.3. Zona del techo y espacio vapor	172

3.6.	Establecimiento de los factores económicos H10a “tiempo de reparación”, H10b “coste de reparación” y H10c “magnitud probable de producto perdido”	173
3.7.	Establecimiento del factor E11a «impacto medioambiental sobre el suelo, agua y entorno próximo»	174
3.7.1.	Fondo y Fundación	174
3.7.2.	Envolvente	175
3.7.3.	Zona del techo y espacio vapor	176
3.8.	Establecimiento del factor E11b “emisiones de vapores”	176
3.8.1.	Fondo y fundación	176
3.8.2.	Envolvente	177
3.8.3.	Zona de Techo y espacio vapor	178
3.9.	Establecimiento de los factores de crédito CR1 “puntos de crédito por la utilización de métodos END y alcance de la inspección” y CR2 “frecuencia de inspección”	179
3.10.	Establecimiento de los factores ECR3 “Corrosión en las vigas contraviento”, ECR4 “Pandeo en las chapas de la envolvente” y ECR5 “Momentos flectores en las tubuladuras del tanque”	181
3.11.	Datos del historico de inspección	182
4.	<i>ANEXOS</i>	183
4.1.	Fichas de seguridad de los productos	183

## 1. INTRODUCCION

Con esta guía se pretende facilitar la introducción de los datos necesarios para poder realizar mediante la aplicación SIMAGIT, la evaluación de riesgos de los tanques de CEPSA.

El esquema básico de la aplicación, consiste en cuatro tipos de pantallas, diferenciadas por el color y por una letra inicial (G, F, E, T) que definen a la propia pantalla como:

- GENERAL
- FONDO
- ENVOLVENTE
- TECHO

Los datos pedidos se deberán introducir en las casillas situadas en el extremo derecho de la plantilla y que tienen un color verde claro. Las casillas con color gris, son resultados obtenidos por la aplicación tras introducir datos y no se permiten modificar.

Tras introducir los datos requeridos, en las casillas “NI” del fondo, envolverte y techo, se generará la fecha de la próxima inspección del componente.

## 2. DATOS DE LA PANTALLA “GENERAL”

### 2.1. Datos de diseño y operación

En este primer apartado, se deben introducir los datos básicos de diseño y operación como:

- Número de tanque
- Tipo de tanque
- Diámetro
- Altura
- Producto almacenado
- Peso específico
- Fluido representativo
- Tanque inertizado
- Temperatura de almacenamiento

## 2.2. Establecimiento del factor G5 “clasificación del punto de inflamabilidad del producto”

En primer lugar habrá que indicar el factor G10 “Punto de inflamación del producto” (°C). Este dato se encuentra en la Tabla 9-9a ó en las Fichas de Seguridad de los Producto que se encuentran en el anexo de esta guía. También tendremos que conocer el dato de la temperatura de almacenamiento (G9) que ya se indicó anteriormente.

El método seguido por SIMAGIT establece cuatro valores para el factor G5 respecto al valor del punto de inflamación del producto:

Nivel	Valor del factor
Clase 1: Líquido con un punto de inflamación de $\leq 21$ °C	4
Clase 2: Líquido con un punto de inflamación de $\geq 21$ °C y $\leq$ a 55 °C y temperatura de almacenamiento superior al punto de inflamación	3
Clase 2: Líquido con un punto de inflamación de $> 21$ °C y $\leq$ a 55 °C y temperatura de almacenamiento inferior al punto de inflamación	2
Clase 3: Líquido con un punto de inflamación de $> 55$ °C y $\leq$ a 100 °C y temperatura de almacenamiento inferior al punto de inflamación	0
Clase 3: Líquido con un punto de inflamación de $> 55$ °C y $\leq$ a 100 °C y temperatura de almacenamiento superior al punto de inflamación	3
Clase UC: Líquido con un punto de inflamación de $> 100$ °C	0

- Clase UC : Sin clasificar

### 2.3. Establecimiento del factor G6 “toxicidad del producto”

El método SIMAGIT establece cuatro valores para el Factor G6:

Nivel	Categoría/ Valor del Factor
Altamente tóxico	4
Sustancia tóxica	3
Tóxico al entrar en contacto con otras sustancias	2
No tóxico	0

Las consecuencias de un fallo en un tanque para la salud del personal en cuanto a la toxicidad hacen referencia a la inhalación de vapores por parte de aquellas personas (operadores, personal de mantenimiento, etc.) que tienen acceso a las zonas restringidas de la refinería. En cualquier caso, para establecer el Factor G6 es necesario comprobar la clasificación del producto almacenado en términos de toxicidad.

Por defecto si no se dispone de datos y se trata de hidrocarburos se considerará “Sustancia Tóxica”.

### 2.4. Establecimiento del factor G11 “serpientes de calentamiento”

SIMAGIT establece un Factor que afecta al nivel de probabilidad de fallo debido a la existencia en servicio de serpentines de calentamiento.

El usuario deberá poner «Sí», si el tanque tiene serpentines de calentamiento y dichos serpentines están en uso.

### 2.5. Establecer los factores G12 “ubicación del almacenamiento” y G13 “proximidad al vallado perimetral”

SIMAGIT establece un factor que afecta al nivel de gravedad del fallo debido a la ubicación del tanque. Para ello se establecen cuatro valores para el Factor G12:

Nivel	Clasificación/Valor del Factor
En una zona de la planta poblada	4
Conjunto de tanques instalados en una pendiente	3
Conjunto de tanques en terreno plano	2
Conjunto de tanques en una zona separada	0

El método SIMAGIT establece dos valores para el factor G13: Si el tanque esta cerca del vallado publico de la planta,  $G13 = 1$ . En otros casos, poner 0.

### 2.6. Establecimiento del factor G14 “condición del aislamiento”

Este factor indica la condición del aislamiento de la envolvente para compensar por la posible corrosión bajo aislamiento. El factor G14 da automáticamente el valor del Factor P6 para la envolvente y está integrado en el cálculo de probabilidad de fallo.

Nivel	Factor G14	Factor EP6
Aislamiento no estanco, dañado, Probable Corrosión Bajo Aislamiento (CUI)	Mal estado	2
Aislante en buenas condiciones, CUI improbable	Buen estado	0
Tanque sin aislamiento	CUI improbable	0



### 2.7. Condiciones climáticas

Es un valor informativo, no considerado en los cálculos, pero si se debe tener en cuenta al evaluar otros factores relacionados con las condiciones climáticas como el P6 de la envolvente (CUI en la envolvente). Los códigos tomados para los diferentes climas son:

A: Cálido y húmedo (ej. Zonas subtropicales y tropicales)

B: Clima templado con lluvias frecuentes y viento.

C: Cálido y seco (ej. Zonas desérticas)

En esta casilla se pondrá por defecto B, que es la que corresponde para las refinerías de Cepsa.

### 2.8. Condiciones de los recubrimientos de los componentes del tanque

Las condiciones en las que se encuentran los recubrimientos de los distintos componentes del tanque son muy importantes, ya que de ellos depende en parte la probabilidad de que ocurra un fallo por un mecanismo de corrosión en dichos componentes (fondo, envolvente y techo)

Los datos se introducen en los factores G16 hasta el G21 de la pantalla GENERAL, y estos dan automáticamente los factores FP3/FP4 para el fondo, los factores EP1/EP2 para la envolvente y los factores TP1/TP2 par el techo.

Nivel	Factor G16-G21	Factores FP3/FP4/EP1/EP2/TP1/TP2
Sin recubrimiento	sr	2
Recubrimiento en buen estado	be	0
Recubrimiento en mal estado	me	1

### 3. DATOS DE LAS PANTALLAS “FONDO”, “ENVOLVENTE” Y “TECHO”

#### 3.1. Establecimiento de los factores FP1 y FP2 del fondo “protección catódica por corriente impresa y ánodos de sacrificio”

Si es posible que haya corrosión galvánica, la existencia de corriente impresa o ánodos de sacrificio evitará la corrosión del fondo.

Estos factores se integran en el cálculo de probabilidad de fallo.

Nivel	Factor FP1
Corriente impresa con lecturas $>0,85v$	0
Corriente impresa con lecturas $>0,6<0,85v$	1
Corriente impresa con lecturas $<0,6$ o sin instalación	2

Nivel	Factor FP2
Protección catódica por ánodos de sacrificio disponible y operativa	0
Protección catódica por ánodos de sacrificio no disponible y no operativa	2

#### 3.2. Establecimiento del factor FP5B “tipo de fondo”

Se establecen 3 tipos diferentes de fondos en función de hacia dónde tenga la pendiente el drenaje por construcción, estableándose un factor según el tipo y el efecto que puede producir sobre un excesivo asentamiento así como la aparición de corrosión externa bajo la chapa del fondo.

Nivel	Factor FP5B
Cono arriba	0
Cono abajo	2
Plano	2

### 3.3. Establecimiento de los factores FP6A, P4, P5, “corrosividad del producto”

Para la metodología aplicada por SIMAGIT, la corrosividad del producto se establece teniendo en cuenta:

- La velocidad de corrosión y la vida útil.
- El nivel de riesgo

El método SIMAGIT usa factores de corrosividad del producto para establecer el riesgo cualitativo y no requiere una determinación precisa de la corrosividad del producto. El objetivo es establecer el valor del factor que se integra en el cálculo de las probabilidades y, en último término, el índice de riesgo K.

El método SIMAGIT establece tres valores para los factores FP6A, EP4, EP5 y TP5:

Grupo Fluidos	Valor del Factor
1	2 (corrosividad alta)
3	0 (corrosividad baja)
4	0 (corrosividad baja)
5	1 (corrosividad media)

La Tabla 9 proporciona los valores de los factores para los fluidos que más frecuentemente se encuentran en las refinerías por grupo de fluidos. Dichos grupos de fluidos son útiles cuando el fluido contenido en el tanque no se encuentra en la tabla más abajo.

Tabla 9 - Propiedades generales fluidos representativos						
PRODUCTO	Fluido representativo	punto de inflamación °C	Clase HSE	CORR. Fondo	CORR. Casco	CORR. Techo
GASOLINA ULTRA BAJA EN AZUFRE	MSULS	-40	1	5	5	5
GASOLINA PREMIUM	MSP	-40	1	5	5	5
NAFTA LIGERA	NAP	21	1	3	4	1
WHITE SPIRIT	WSP	38	2	3	4	1
QUEROSENO JET A	JET A	-46	1	4	4	4
QUEROSENO	KERO	38	2	4	4	4
DIESEL ULTRA BAJO EN AZUFRE	GOULS	56	3	4	4	4
DIESEL AUTOMOCIÓN	GO	56	3	4	4	4
DIESEL MARINO	GO	56	3	4	4	4
LCO, OLEO DE CICLO LIGERO	GO	55	3	4	4	4
HCO, OLEO DE CICLO PESADO	GO	70	3	4	4	4
RESIDUO ATMOSFÉRICO	RESID	60	3	2	2	2
RESÍDUO DE VACÍO	RESID	200	UC	2	2	2
FUEL OIL INTERMEDIO	FOHS	61	3	4	4	4
FUEL OIL PESADO A 1% S	FOHS	66	3	3	3	3
FUEL OIL LS	FOLS	61	3	4	4	4
CRUDO HS	COHS	0	1	1	2	2
CRUDO LS	COLS	0	1	2	3	3
METANOL	METANOL	11	1	5	5	5
BENCENO	BENCENO	-11	1	5	5	5
FANGOS/SLOPS	FANGOS/ SLOPS	UC	UC	1	1	1
CÁUSTICO	CÁUSTICO	UC	UC	1	1	1
ASFALTO	BIT	181	UC	5	5	5

Si los fluidos no aparecen en el listado en la Tabla 9, se puede utilizar la Tabla 9a:

Descripción del fluido	Grupo de corrosividad		SIMAGIT «Corrosividad del Producto» Factores para establecer la probabilidad	
	SIMAGIT	EEMUA	Probabilidad	Valor del factor
Fangos, productos químicos corrosivos, agua, agua salada, (sin recubrimiento interno)	1	1	Alto	2
Fuel Oil, Gasoil, aceite lubricante, diesel, productos químicos cáusticos, no corrosivos,	3	4	Bajo	0
Jet A1 (recubrimiento interno)	4	5	Bajo	0
Crudos	2	3	Medio	1
HC ligero, queroseno, gasolina, “Cracking cuts”, agua de caldera (sin recubrimiento interior)	5	6	Medio	1

### 3.4. Establecimiento de los factores FP7 “Tipo de fundación”, FP8 “Altura de la fundación” y FP9 “Efectividad del drenaje”

Estos tres factores están relacionados con la fundación del tanque y el efecto que puede tener un asentamiento excesivo del tanque y los problemas de corrosión externa derivados del mismo o por una fundación incorrecta.

Tipo de fundación	Factor FP7
Relleno tradicional de tierra granular o arena	2
Relleno de arena con anillo anular de material granular grueso	4/3
Relleno de arena con anillo anular de material granular grueso y con capa superior de arena aceitosa	2/3
Anillo de hormigón con relleno de arena	1/3
Losa de hormigón o con pilotes de hormigón	0

Altura de la fundación	Factor FP8
Capa freática por debajo del borde superior de la cimentación	0
Drenaje de contención adecuado para asegurar una base seca	0
Drenaje no adecuado ( base con agua)	2

Efectividad del drenaje	Factor FP9
La pendiente del tanque permite el drenaje del fondo del tanque (cubeto con buen drenaje)	0
El agua puede permanecer bajo la base del tanque (cubeto con mal drenaje)	2
La base del tanque permanece con agua (por mala pendiente de la fundación)	2

### 3.5. Establecimiento del factor H9a “daños personales”

#### 3.5.1. Fondo y Fundación

El fallo considerado es:

- Pérdida de estanqueidad que produce el vertido del producto en la zona de contención.
  - Las consecuencias contempladas pueden estar relacionadas con la inflamabilidad o toxicidad.



- Consecuencias medioambientales y correspondientes a la contaminación del terreno.
- Fallo catastrófico con vertido sobrepasando el talud de contención, para lo cual las consecuencias no se han descrito específicamente ya que el evento es muy grave en sí. La probabilidad de un fallo catastrófico (por el fondo) se tiene en cuenta para tanques con cimientos constituidos por relleno (incluyendo anillos de roca triturada) pero no para tanques con soportes anulares de hormigón.
- El valor del Factor FH9a se asocia a la inflamabilidad y toxicidad del producto, ya que estas propiedades del fluido vertido en el momento del fallo son la fuente de consecuencias para la salud (daños personales).

Factor FH9a		Consecuencias de un fallo
Tiempo perdido o tratamiento médico	3	<p>Seguridad por inflamabilidad: Producto fácilmente inflamable, formación de una nube explosiva limitada a la zona de contención.</p> <p>Seguridad por toxicidad: Humos tóxicos limitados a la zona de contención y entorno más próximo</p>
Lesiones menores	2	<p>Seguridad por inflamabilidad: Producto inflamable, riesgo de inflamación limitado.</p> <p>Seguridad por toxicidad: Humos tóxicos limitados a la zona de contención.</p>
Ninguna lesión	0	<p>Seguridad por inflamabilidad: Producto combustible con riesgo insignificante.</p> <p>Seguridad por toxicidad: Sin características tóxicas intrínsecas, o al entrar en contacto con otras sustancias</p>

### 3.5.2. Envolvente

El fallo contemplado es una pérdida de estanqueidad que causa un vertido de producto en la zona de contención. No hay fallo catastrófico.

El valor del Factor EH9a se asocia a la inflamabilidad y toxicidad del producto, ya que estas propiedades del fluido vertido en el momento del fallo son la fuente de consecuencias para la salud (daños personales).

Factor EH9a		Consecuencias de un fallo
Tiempo perdido o tratamiento médico	3	<p>Seguridad por inflamabilidad: Producto fácilmente inflamable, formación de una nube explosiva limitadamente a la zona de contención.</p> <p>Seguridad por toxicidad: Humos tóxicos limitados a la zona de contención y entorno más próximo</p>
Lesiones menores	2	<p>Seguridad por inflamabilidad: Producto inflamable, riesgo de inflamación limitada.</p> <p>Seguridad por toxicidad: Humos tóxicos limitados a la zona de contención.</p>
Ninguna lesión	0	<p>Seguridad por inflamabilidad: Producto combustible con riesgo de inflamación insignificante</p> <p>Seguridad por toxicidad: sin características tóxicas intrínsecas, o al entrar en contacto con otras sustancias</p>

### 3.5.3. Zona del techo y espacio vapor

El fallo considerado es

- Corrosión en partes de un techo fijo o flotante, causando emisión de vapores.

- Corrosión grave en el techo fijo o flotante, causando que el techo flotante se hunda o el techo fijo se destruya.

No hay fallo catastrófico. El valor del Factor TH9a está relacionado con la accesibilidad al techo. El Factor TH9a es:

Factor TH9a		Consecuencias de un fallo
Tiempo perdido o tratamiento médico	3	No aplicable
Lesiones menores	2	No aplicable
Ninguna lesión	0	Valor que debe ser introducido como entrada

### 3.6. Establecimiento de los factores económicos H10a “tiempo de reparación”, H10b “coste de reparación” y H10c “magnitud probable de producto perdido”

Las consecuencias económicas de un fallo producido por corrosión, están relacionadas con los siguientes costes:

- Limpieza del derrame, incluyendo el suelo, el subsuelo y las aguas subterráneas.
- Eliminar y sustituir el aislamiento del tanque (si lo posee).
- Reparación del equipo, incluyendo materiales y mano de obra.
- Fabricación de un nuevo tanque, si fuera el caso de un gran daño producido.
- Coste indirectos por no disponibilidad del tanque.

Por ello para determinar las consecuencias, se consideran los siguientes factores económicos:

Tiempo de reparación	Factor FH10a/EH10a/TH10a
Gran reparación con entrada necesaria (>8meses)	4
Gran reparación con entrada necesaria (3-8meses)	3
Reparación intermedia con entrada necesaria (>3meses)	2
Reparación intermedia sin entrada necesaria y sin límite de tiempo	1

Coste de la reparación	Factor FH10b/EH10b/TH10b
> 50% del valor del tanque (tanque nuevo)	4
10-50% del valor del tanque	3
5-10% del valor del tanque	2
<5% del valor del tanque o despreciable	1

Magnitud probable de producto perdido	Factor FH10c/EH10c/TH10b
> 5% del contenido del tanque	3
< 5% del contenido del tanque	2
Sin pérdida de producto	1

### 3.7. Establecimiento del factor E11a «impacto medioambiental sobre el suelo, agua y entorno próximo»

#### 3.7.1. Fondo y Fundación

El valor del Factor FE11a está relacionado con la zona afectada por un vertido del producto y con el tipo de fluido vertido (los productos altamente viscosos no penetran en el suelo).

El tamaño de la zona afectada por la contaminación está relacionado con el tipo de fallo (fallo catastrófico del tanque o pérdida de estanqueidad del fondo) además del tipo de cimientos del tanque.

Factor FE11a		Consecuencias de un fallo
Grave sobre una zona amplia	4	Fallo catastrófico de un tanque cerca del vallado causando una contaminación mayor del suelo, subsuelo y aguas subterráneas que requiere operaciones de limpieza a gran escala.
Contaminación. Rehabilitación a gran escala requerida	3	Medioambiente: contaminación del suelo limitada a la zona de contención o alcanzando las aguas subterráneas
Molestias que afectan al entorno próximo	2	Medioambiente: contaminación del suelo limitadamente a la zona de contención
Impacto inexistente o insignificante	1	Zona de contención estanca, producto altamente viscoso que no penetra en el suelo

### 3.7.2. Envolvente

El valor del factor EE11a depende de la zona afectada por el vertido de producto y el tipo de producto vertido. (Ej. Producto altamente viscoso que no penetra en el suelo)

Factor EE11a		Consecuencias de un fallo
Grave sobre una zona amplia	4	Medioambiente: Contaminación del suelo mayor, el subsuelo y las aguas subterráneas requieren operaciones de limpieza a gran escala

Contaminación. Rehabilitación a gran escala requerida	3	Medioambiente: Contaminación del suelo limitada a la zona de contención o alcanzando las aguas subterráneas
Molestias que afectan al entorno próximo	2	Medioambiente: Contaminación del suelo limitadamente a la zona de contención
Impacto inexistente o insignificante	1	Zona de contención estanca, producto altamente viscoso que no penetra en el suelo

### 3.7.3. Zona del techo y espacio vapor

Sin impacto medioambiental para el suelo, agua o entorno próximo.

Factor TE11a		Consecuencias de un fallo
Grave sobre una zona amplia	4	No aplicable
Contaminación. Rehabilitación a gran escala requerida	3	No aplicable
Molestias que afectan al entorno próximo	2	No aplicable
Impacto inexistente o insignificante	1	Valor que debe ser introducido como entrada

## 3.8. Establecimiento del factor E11b “emisiones de vapores”

### 3.8.1. Fondo y fundación

El Factor FE11b está relacionado con:



- La volatilidad (emisión de vapores del producto) y además con la inflamabilidad y toxicidad del producto,
- La cantidad de producto vertido.

Los HCs altamente viscosos se solidifican o se hacen casi sólidos al ocurrir un vertido (no hay emisión de vapores)

El tamaño de la zona afectada por la contaminación está relacionado con el tipo de fallo (fallo catastrófico del tanque o pérdida de estanqueidad del fondo) además del tipo de cimientos del tanque.

Factor FE11b		Consecuencias de un fallo
Emisión nociva/tóxica grande	3	Nube grande de vapores tóxicos
Emisión nociva/tóxica pequeña	2	Emisiones tóxicas limitadas a la zona de contención y entorno más próximo
Sin emisión nociva/tóxica o inapreciable	1	No hay gases tóxicos

### 3.8.2. Envolvente

El Factor EE11b está relacionado con:

- Volatilidad del producto (emisión de gases del producto) y la inflamabilidad y toxicidad del producto,
- La cantidad de producto vertido.

Los HCs altamente viscosos se solidifican o se hacen casi sólidos al ocurrir un vertido (no hay emisión de vapores)

Factor EE11b		Consecuencias de un fallo
Emisión nociva/tóxica grande	3	Nube grande de vapores tóxicos
Emisión nociva/tóxica pequeña	2	Vapores tóxicos limitados a la zona de contención y entorno más próximo
Sin emisión nociva/tóxica o inapreciable	1	No hay gases tóxicos

### 3.8.3. Zona de Techo y espacio vapor

El Factor TE11b está relacionado con:

- la emisión de gases del producto, la inflamabilidad y toxicidad del producto y la temperatura de almacenamiento.

Factor TE11b		Consecuencias de un fallo
Emisión nociva/tóxica grande	3	No aplicable
Emisión nociva/tóxica pequeña	2	Humos de vapor limitados a la zona de contención y entorno más próximo
Sin emisión nociva/tóxica o inapreciable	1	Humos de vapores escasos

### 3.9. Establecimiento de los factores de crédito CR1 “puntos de crédito por la utilización de métodos END y alcance de la inspección” y CR2 “frecuencia de inspección”

El valor de estos factores depende del alcance y tipos de controles de la inspección anterior, así como la frecuencia de dichas inspecciones. El valor del Factor de Clasificación del riesgo debe ser corregido para tener en cuenta la efectividad y cantidad de las inspecciones anteriores.

La tabla establece las directrices para asignar el valor del factor CR1.

Directrices para asignar la clasificación de la inspección – Fondo del tanque		
Clasificación/Valor	Lado terreno	Lado producto
A /0,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escaneo del fondo &gt; 80% y seguimiento UT (MFL)</li> <li>- Incluir las soldaduras si el escaneo de las placas lo aconseja</li> <li>- Escaneo del fondo manuales + US de la zona crítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chorro de arena comercial o equivalente</li> <li>- Visual 100%</li> <li>- Profundidad del picado</li> <li>- 100% pruebas de caja de vacío de cordones de soldadura sospechosos.</li> </ul> <p>Recubrimiento o revestimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prueba de la esponja 100%</li> <li>- Prueba de adherencia</li> <li>- Prueba de raspado</li> </ul>
B/0,05	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Escaneo del fondo &gt; 30% y seguimiento UT</li> <li>-Cobertura de uniones solapadas y placas periféricas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Chorro abrasivo</li> <li>-Visual 100%</li> <li>-Profundidad de las picaduras</li> </ul> <p>Recubrimiento o revestimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Limpieza de la superficie</li> <li>-Prueba de la esponja &gt;75%</li> <li>-Prueba de adherencia</li> <li>-Prueba de raspado</li> </ul>
C/0,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>-UT en puntos concretos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cepillado</li> <li>-Iluminación adicional no eficaz</li> <li>-Visual 25-50%</li> </ul> <p>Recubrimiento o revestimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prueba de adherencia</li> </ul>

Directrices para asignar la clasificación de la inspección – Envolvente y Techo		
Clasificación/Valor	Lado exterior	Lado producto
A/0,1	<p><b><u>ENVOLVENTE</u></b>            -Completo 80+% Aplicar escaneo cada 15m alrededor del tanque            -Incluir las soldaduras si los resultados de escaneo de las placas lo aconseja            -Escaneado manual de la zona crítica</p> <p><b><u>TECHO</u></b>            -Completo 80+% escaneo radial siguiendo las líneas del borde periférico hasta la corona cada 15M alrededor del tanque</p>	<p><b><u>ENVOLVENTE</u></b>            -Chorro de arena comercial            -Visual 100%            -Profundidad de las picaduras</p> <p>Recubrimiento o revestimiento:            -Prueba de la esponja 100%            -Prueba de adherencia            -Prueba de raspado</p> <p><b><u>TECHO</u></b>            -Acceso y 80% inspección visual de la estructura del techo y unión con placas del techo-Medición del espesor de componentes seleccionados</p>
B/0,05	<p><b><u>ENVOLVENTE</u></b>            -30+% Aplicar escaneo cada 15m alrededor del tanque</p> <p><b><u>TECHO</u></b>            -30+% escaneo radial siguiendo las líneas del borde periférico hasta la corona cada 15m alrededor del tanque</p>	<p><b><u>ENVOLVENTE</u></b>            -Chorro abrasivo con arena /agua            -Visual 100%            -Profundidad de las picaduras</p> <p>Recubrimiento o revestimiento:            -Prueba de la esponja 75%            -Prueba de adherencia            -Prueba de raspado</p> <p><b><u>TECHO</u></b>            -Acceso y &gt;30% inspección visual de la estructura del techo y unión con placas del techo            -Medición del espesor de componentes seleccionados</p>
C/0,0	<p><b><u>ENVOLVENTE/TECHO</u></b>            -UT en puntos concretos desde la escalera de acceso</p>	<p><b><u>ENVOLVENTE</u></b>            - Cepillado            - Visual 25-50%</p> <p><b><u>TECHO</u></b>            - Inspección visual de la estructura del techo desde el fondo            - Medición del espesor de componentes seleccionados</p> <p>Recubrimiento o revestimiento:            - Prueba de la esponja &lt;50</p>

El factor CR2 se establecerá en función del número de inspecciones realizadas sobre el componente del tanque, diferenciándose entre múltiples (Ej. Inspecciones de Mantenimiento Preventivo) o mínimas (Ej. Inspección cada periodo de 20 años al quedar F/S o sin inspección desde la fabricación).

**3.10. Establecimiento de los factores ECR3 “Corrosión en las vigas contraviento”, ECR4 “Pandeo en las chapas de la envolvente” y ECR5 “Momentos flectores en las tubuladuras del tanque”**

Para el caso de la envolvente, existen 3 factores de crédito además de los descritos anteriormente.. Estos están relacionados con posibles daños estructurales en la envolvente del tanque y pueden corregir el Factor de Clasificación del riesgo (K) minorando el valor.

Corrosión en las vigas contraviento	Factor ECR3
Existe corrosión pero no afecta a la integridad	0
Existe corrosión y afecta a la integridad	-0,1
No existe corrosión	0

Pandeo en las chapas de la envolvente	Factor ECR4
Existe pandeo pero no afecta a la integridad	0
Existe pandeo y afecta a la integridad	-0,1
No existe pandeo	0

Momentos flectores en las tubuladuras del tanque	Factor ECR5
Existen pero no afecta a la integridad	0
Existen y afecta a la integridad del tanque	-0,1
No existen	0
Existen elementos para reducir los esfuerzos en las tubuladuras	0

### 3.11. Datos del historico de inspección

Finalmente, se deben introducir una serie de datos relativos a las inspecciones realizadas y los resultados obtenidos. Los datos pedidos para el fondo, la envolvente y el techo son:

- (LI) Fecha de la última inspección (o si no existe la de construcción).
- (CT) Espesor de construcción o espesor remanente en anterior inspección en mm.
- (LT) Espesor medido tras última inspección en mm.
- (RT) Espesor de retiro en mm, según API 653.
- (PBI) Periodo entre G.R./Construcción y última inspección en años.
- (TCR) Tasa de corrosión teórica en mm/año. Para este dato poder utilizar la tabla siguiente:


Stored Product	TANK						
	Bottom	Shell		Roof			
	Plates	Liquid exposed area	Gas exposed area	Fixed Roof		Floating Roof	
CRUDE							
High Sulfur content	0,4 - 0,8	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	(0,4 - 0,6)	(0,4 - 0,6)	0,4 - 0,6	0,5 - 0,7
Low Sulfur content	0,3 - 0,5	0,1 - 0,3	0,2 - 0,4	(0,2 - 0,4)	(0,2 - 0,4)	0,2 - 0,4	0,3 - 0,5
INTERMEDIATE FEED							
Distillates	0,15 - 0,35	0,15 - 0,35	0,65 - 0,85	0,65 - 0,85	0,65 - 0,85	(0,15 - 0,35)	(0,65 - 0,85)
FUEL OIL							
Gas Oil	0,1 - 0,3	0,05 - 0,25	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	-	-
Kerosene (Jet A1)	0,1 - 0,3	0,05 - 0,25	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	-	-
MOGAS							
Gasoline	0,05 - 0,25	0,05 - 0,15	0,05 - 0,25	0,05 - 0,25	0,05 - 0,25	0,05 - 0,15	0,05 - 0,25
Naphtha	0,15 - 0,35	0,05 - 0,25	0,15 - 0,35	0,15 - 0,35	0,15 - 0,35	0,05 - 0,25	0,15 - 0,35
SLOPS AND AGGRESSIVE PRODUCTS	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8
CHEMICALS							
Acids with pH<5							
Neutral liquids (5<pH<8)							
Acetone, Acrylate	0,1 - 0,3	0,05 - 0,25	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3		
Alcohol, Methanol	0,05 - 0,25	0,05 - 0,15	0,05 - 0,25	0,05 - 0,25	0,05 - 0,25	0,05 - 0,15	0,05 - 0,25
Styrene, Toluene...	0,1 - 0,3	0,05 - 0,25	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3		
Caustic product pH>8	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8

- (NCT) Espesor tras última intervención en mm. Si se cambia el fondo completo se indicará el valor nominal en mm. Para el caso de reparación parcial, se introducirá el valor mínimo remanente dejado en mm.



## 4. ANEXOS






## 4.1. Fichas de seguridad de los productos

		<b>FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO</b>	
<b>Cod. CEPSA</b> 98002		<b>ACEITE DE PALMA REFINADO</b>	
		<b>Número de versión:</b> 1 <b>Fecha de validación:</b> 22/10/2012.	
<b>Clase de peligro</b>		<b>Concentración Ambiental Admisible</b>	

<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
<b>Estado físico:</b>	Líquido. [Sólido a 25°C-líquido a 45°C]	<b>Temperatura de autoignición:</b>	No disponible.
<b>Densidad:</b>	0,88 g/cm <sup>3</sup> [60°C]	<b>Temperatura de inflamabilidad:</b>	Vaso cerrado: >225°C
<b>Solubilidad:</b>	Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.	<b>Límites de explosión:</b>	No disponible.

**MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Guantes de goma o sintéticos.  
Guantes de PVC.  
Gafas de seguridad.  
Calzado protector adecuado.

		<b>FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO</b>	
<b>Cod. CEPSA</b> 23200		<b>ALQUILATO</b>	
		<b>Número de versión:</b> 1 <b>Fecha de validación:</b> 05/07/2012.	
<b>Clase de peligro</b>		<b>Concentración Ambiental Admisible</b>	
    <b>Peligro</b>			

**INDICACIONES DE PELIGRO**

H224 - Líquido y vapores extremadamente inflamables.  
H315 - Provoca irritación cutánea.  
H335 - Puede provocar somnolencia o vértigo.  
H304 - Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.  
H411 - Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

**PREVENCIÓN**

P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso.  
P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar.  
P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes.  
P280 - Llevar guantes y gafas/máscara de protección.

<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
<b>Estado físico:</b>	Líquido.	<b>Temperatura de autoignición:</b>	No disponible.
<b>Densidad:</b>	No disponible.	<b>Temperatura de inflamabilidad:</b>	Vaso cerrado: -23°C
<b>Solubilidad:</b>	Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.	<b>Límites de explosión:</b>	Punto mínimo: 1% Punto máximo: 9%

**MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

En caso de ventilación insuficiente, usese equipo respiratorio adecuado.  
Guantes de PVA.  
Gafas de seguridad.  
Llevar prendas de protección.  
Calzado protector adecuado.

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 37002	AZUFRE FUNDIDO		Número de versión: 1 Fecha de validación: 19/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 Atención			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b>		<b>PREVENCIÓN</b>	
H315 Provoca irritación cutánea.		P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico:	Líquido	Temperatura de autoignición:	231,85°C
Densidad:	2,07 g/cm³	Temperatura de inflamabilidad:	Vaso cerrado: 206,85°C Vaso abierto: 175°C
Solubilidad:	Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.	Límites de explosión:	No disponible.
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>			
Si la ventilación es insuficiente, utilice una carera de respiración que le protegerá del vapor orgánico, el polvo y el vapor.			
Guantes impermeables: Guantes de caucho. Guantes de nitrilo.			
Gafas protectoras ajustadas.			
Use equipo protector adecuado. Evite contacto prolongado o repetido con la piel.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 20104	BENCENO		Número de versión: 1 Fecha de validación: 24/09/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
   Peligro		benzene INSHT (España, 1/2012). Absorbido a través de la piel. VLA-ED: 1 ppm 8 hora(s) VLA-ED: 3,25 mg/m³ 8 hora(s)	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b>		<b>PREVENCIÓN</b>	
H225 Líquido y vapores muy inflamables.		P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso.	
H302 Nocivo en caso de ingestión.		P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar.	
H315 Provoca irritación cutánea.		P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antiexplosivos.	
H319 Provoca irritación ocular grave.		P260 - No respirar los vapores.	
H340 Puede provocar defectos genéticos.			
H350 Puede provocar cáncer.			
H372 Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.			
H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.			
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico:	Líquido (Líquido claro y brillante.)	Temperatura de autoignición:	495°C
Densidad:	0,8794 g/cm³ [20°C]	Temperatura de inflamabilidad:	Vaso cerrado: -11°C Vaso abierto: -11°C
Solubilidad:	No disponible.	Límites de explosión:	Punto mínimo: 1,2% Punto máximo: 8%
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>			
Si las condiciones de funcionamiento provocan altas concentraciones de vapor o se excede el TLV, utilice una carera de respiración de aire puro.			
Use guantes impermeables resistentes a los productos químicos.			
Gafas protectoras ajustadas.			
Llevar prendas de protección.			
Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 40010	C.O. (CYCLE OIL)	Número de versión: 1	Fecha de validación: 22/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H332: Nocivo en caso de inhalación. H350: Puede provocar cáncer. H361d: Se sospecha que daña al feto. H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos. H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P260 - No respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P281 - Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Densidad: No disponible. Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente. Temperatura de autoignición: No disponible. Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: >61°C. Límites de explosión: No disponible.			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Guantes de nitrilo. Gafas de seguridad. Según Norma EN-166:01. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 01007	CRUDO DE PETROLEO	Número de versión: 1	Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H224: Líquido y vapores extremadamente inflamables. H319: Provoca irritación ocular grave. H350: Puede provocar cáncer. H338: Puede provocar asfixia o vértigo. H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P260 - No respirar los vapores. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Densidad: No disponible. Solubilidad: No disponible. Temperatura de autoignición: No disponible. Temperatura de inflamabilidad/Vaso cerrado: -55, 15 a + 40, 15°C. Límites de explosión: Punto mínimo: 1,1% Punto máximo: 5,9%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria. Llevar guantes de protección. Gafas de seguridad. Ropa de protección. Calzado protector adecuado.			



CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 34030	ETANOL		Número de versión: 2 Fecha de validación: 16/10/2012
Clase de peligro:   <b>Peligro</b>		Concentración Ambiental Admisible: INSH (España, 1/2012): VLA-ED: 1000 ppm 8 hora(s) VLA-ED: 1910 mg/m³ 8 hora(s)	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> P225: Líquido y vapores muy inflamables. H315: Provoca irritación cutánea. H319: Provoca irritación ocular grave.		<b>PREVENCIÓN</b> P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P243 - Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas. P264 - Lavarse concienzudamente tras la manipulación. P280 - Llevar guantes o prendas y gafas o máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico: Líquido Densidad: 789 g/cm³ (20°C) Solubilidad: No disponible.		Temperatura de autoignición: 363°C Temperatura de inflamabilidad: Límites de explosión: Punto mínimo: 3.3% Punto máximo: 19%	
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria. <input checked="" type="checkbox"/> Bucho natural (lítex) <input checked="" type="checkbox"/> Gafas de seguridad Ropa de protección Calzado protector adecuado			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 30640	ETBE (ETIL TERC-BUTIL ÉTER)		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro:   <b>Peligro</b>		Concentración Ambiental Admisible: INSH (España, 2/2011): VLA-ED: 5 ppm 8 hora(s) VLA-ED: 21 mg/m³ 8 hora(s)	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H224: Líquido y vapores extremadamente inflamables. H315: Provoca irritación cutánea. H319: Provoca irritación ocular grave.		<b>PREVENCIÓN</b> P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P233 - Mantener el recipiente herméticamente cerrado.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico: Líquido Densidad: No disponible. Solubilidad: No disponible.		Temperatura de autoignición: 375°C Temperatura de inflamabilidad: Límites de explosión: Punto mínimo: 1,2% Punto máximo: 7,7%	
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo respiratorio adecuado. Guantes impermeables. Gafas protectoras contra salpicaduras o pantalla facial. Ropa de protección Calzado protector adecuado			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 43306	FUEL OIL BIA	Número de versión: 1	Fecha de validación: 19/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H331 - Tóxico en caso de inhalación. H315 - Provoca irritación cutánea. H319 - Provoca irritación ocular grave. H350 - Puede provocar cáncer. H060 - Puede dañar al feto en contacto con la piel.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P281 - Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. P261 - Evitar respirar los vapores.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido.           Temperatura de autoignición: No disponible. Densidad: 991 g/cm³ [15°C].           Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: >70°C. Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.           Límites de explosión: Punto mínimo: 0.5% Punto máximo: 5%.			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Guantes de nitrilo. Gafas de seguridad. Según Norma EN-16601. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 45100	FUEL OIL HS	Número de versión: 1	Fecha de validación: 06/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H332 - Nocivo en caso de inhalación. H350 - Puede provocar cáncer. H361D - Se sospecha que daña al feto. H373 - Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas en contacto con la piel.  H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos. H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P280 - No respirar los vapores. P281 - Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido.           Temperatura de autoignición: No disponible. Densidad: 940 g/cm³ [15°C].           Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: >65°C. Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.           Límites de explosión: Punto mínimo: 0.5% Punto máximo: 5%.			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			



CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 45300	FUEL OIL LS	Numero de versión: 1	Fecha de validación: 22/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H331 Tóxico en caso de inhalación. H315 Provoca irritación cutánea. H319 Provoca irritación ocular grave. H350 Puede provocar cáncer. H360D Puede dañar al feto en contacto con la piel.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 + Pedir instrucciones especiales antes del uso. P281 + Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. P261 + Evitar respirar los vapores.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido.           Temperatura de autoignición: No disponible.           Densidad: 940 g/cm³ (15°C)           Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: >65°C           Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.           Límites de explosión: Punto mínimo: 0,5% Punto máximo: 5%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Guantes de nitrilo. Gafas de seguridad. Según Norma EN-166 C1. Lavar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 23676	GASOLINA SIN PLOMO SUPER	Numero de versión: 1	Fecha de validación: 05/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 Peligro		gasolina INSHT (España, 5/2010). VLA-ED: 300 ppm 8 hora(s) gasolina INSHT (España, 1/2012). VLA-ED: 300 ppm 8 hora(s) 2-etil-2-metilpropano INSHT (España, 1/2012). VLA-ED: 5 ppm 8 hora(s) VLA-ED: 21 mg/m³ 8 hora(s) etanol INSHT (España, 1/2012). VLA-ED: 1000 ppm 8 hora(s) VLA-ED: 10/10 mg/m³ 8 hora(s)	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H224 Líquido y vapores extremadamente inflamables. H315 Provoca irritación cutánea. H330 Puede provocar asfixia. H331 Tóxico en caso de inhalación. H332 Se sospecha que perjudica la fertilidad. Se sospecha que daña al feto. H336 Puede provocar somnolencia o vértigo. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 + Pedir instrucciones especiales antes del uso. P210 + Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, flamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 + Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P273 + Evitar su liberación al medio ambiente.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido.           Temperatura de autoignición: >300°C           Densidad: No disponible.           Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: <40°C Vaso abierto: <40°C           Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.           Límites de explosión: Punto mínimo: 1,3% Punto máximo: 7,7%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Guantes de PVA. Guantes de nitrilo. Según Norma EN-374-1:2011. Gafas de seguridad. Ropa de protección. Según Norma EN-340:93. Calzado protector adecuado.			



FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 41287	GASOIL CON TECHRON D
Clase de peligro	Concentración Ambiental Admisible
	
<p><b>INDICACIONES DE PELIGRO</b></p> <p>H226: Líquidos y vapores inflamables.  H332: Nocivo en caso de inhalación.  H315: Provoca irritación cutánea.  H361: Se sospecha que daña al feto.  H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas en contacto con la piel.  H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas por inhalación.  H404: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.  H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.</p> <p><b>PREVENCIÓN</b></p> <p>P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.  P261 - Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.  P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.</p> <p><b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b></p> <p>Estado físico: Líquido  Densidad: No disponible.  Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.</p> <p>Temperatura de autoignición: No disponible.  Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: &gt;55°C  Límites de explosión: Punto mínimo: 0,5%  Punto máximo: 5%</p> <p><b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b></p> <p>Usar protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición.  Usar guantes impermeables resistentes a los productos químicos.  Gafas de seguridad según Norma EN-16601.  Llevar prendas de protección.  Calzado protector adecuado.</p>	

FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 41290	CARGA FCC (GAS OIL DE VACÍO HS)
Clase de peligro	Concentración Ambiental Admisible
	<p>gasóleos (petróleo), fracción pesada obtenida a vacío</p> <p>INSHT (España, 2/2011). Absorbido a través de la piel.  VLA-ED: 5 mg/m³ 8 hora(s). Forma: neblías  VLA-EC: 10 mg/m³ 15 minuto(s). Forma: neblías</p>
<p><b>INDICACIONES DE PELIGRO</b></p> <p>H332: Nocivo en caso de inhalación.  H360: Puede provocar cáncer.  H361d Se sospecha que daña al feto.  H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.  H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.</p> <p><b>PREVENCIÓN</b></p> <p>P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso.  P260 - No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.  P273 - Evitar su liberación al medio ambiente.  P281 - Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.</p> <p><b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b></p> <p>Estado físico: Líquido.  Densidad: No disponible.  Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.</p> <p>Temperatura de autoignición: No disponible.  Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: 187,5°C  Límites de explosión: Punto mínimo: 4,8%  Punto máximo: 32,5%</p> <p><b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b></p> <p>Usar protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición.  Llevar prendas de protección.  Calzado protector adecuado.</p>	

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 41257	CARGA FCC (GAS OIL DE VACIO LS)		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 <p>Peligro</p>		gases (petróleo), fracción pesada obtenida a vacío INSH (España, 2011). Absorbido a través de la piel. VLA-EO: 5 mg/m <sup>3</sup> 8 horas). Forma: nieblas VLA-EC: 10 mg/m <sup>3</sup> 15 minutos). Forma: nieblas	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b>		<b>PREVENCIÓN</b>	
H332: Nocivo en caso de inhalación. H350: Puede provocar cáncer. H361d: Se sospecha que daña al feto. H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P260 - No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P281 - Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico:	Líquido	Temperatura de autoignición:	No disponible.
Densidad:	No disponible	Temperatura de inflamabilidad:	Vaso cerrado: 169,5°C
Solubilidad:	Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente	Límites de explosión:	Punto mínimo: 4,8% Punto máximo: 32,5%
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>			
Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 30212	PETROSOL D HEPTANO		Número de versión: 1 Fecha de validación: 24/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 <p>Peligro</p>			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b>		<b>PREVENCIÓN</b>	
H225: Líquido y vapores muy inflamables. H315: Provoca irritación cutánea. H336: Puede provocar somnolencia o vértigo. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas, abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico:	Líquido.	Temperatura de autoignición:	>200°C
Densidad:	No disponible	Temperatura de inflamabilidad:	Vaso cerrado: <0°C Vaso abierto: <0°C
Solubilidad:	Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.	Límites de explosión:	Punto mínimo: 0,8% Punto máximo: 7%
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>			
Si las condiciones de funcionamiento provocan altas concentraciones de vapor o se excede el TLV, utilice una carpa de respiración de aire puro. Guantes impermeables, caucho nitrilo. Gafas protectoras ajustadas. Use equipo protector adecuado. Calzado protector adecuado.			



CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 22294	PETROSOL D HEXANO		Número de versión: 1 Fecha de validación: 24/10/2012
<b>Clase de peligro</b> 		<b>Concentración Ambiental Admisible</b> n-hexano INSHI (España, 5/2010), VLA-ED: 20 ppm 8 hora(s) VLA-ED: 72 mg/m³ 8 hora(s)	
<b>Peligro</b>			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H225: Líquido y vapores muy inflamables. H315: Provoca irritación cutánea. H361FD: Se sospecha que perjudica la fertilidad por inhalación. H336: Puede provocar somnolencia o vértigo. H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas por inhalación. H404: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Leer instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P280 - No respirar los vapores.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Temperatura de autoignición: >200°C Densidad: 0,6 a 0,7 g/cm³ (15°C) Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: -20°C Solubilidad: Insoluble en los siguientes metales: agua fría y agua caliente. Límites de explosión: Punto mínimo: 1,2% Punto máximo: 8,2%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Si las condiciones de funcionamiento provocan altas concentraciones de vapor o se excede el TLV, utilice una careta de respiración de aire puro. Guantes: guantes resistentes e impermeables que cumplen con las normas aprobadas deben ser usados siempre que se manejen productos químicos al una evaluación del riesgo. Botas: que es necesario. Guantes de PVC, poliéster (PE) y látex caucho nitrilo. Gafas: protectoras ajustadas. Viste equipo protector adecuado. Calzado: protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 22295	PETROSOL D ISOHEXANO		Número de versión: 1 Fecha de validación: 24/10/2012
<b>Clase de peligro</b> 		<b>Concentración Ambiental Admisible</b>	
<b>Peligro</b>			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H225: Líquido y vapores muy inflamables. H336: Puede provocar somnolencia o vértigo. H404: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P233 - Mantener el recipiente herméticamente cerrado.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Temperatura de autoignición: 405°C Densidad: 0,65 a 0,69 g/cm³ (15°C) Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: <0°C Vaso abierto: <0°C Solubilidad: Insoluble en los siguientes metales: agua fría y agua caliente. Límites de explosión: Punto mínimo: 1% Punto máximo: 7,4%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Si la ventilación es insuficiente, utilice una careta de respiración que le protegerá del vapor orgánico, el polvo y el vapor. Utilice guantes impermeables de caucho nitrilo. Máscara completa de protección. Póngase un delantal o un mono en caso de posible exposición a salpicaduras. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 40401	JET A-1		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 <p>Peligro</p>		<p>2-(2-metoxietil)etanol</p> <p>MSHT (España, 2011): Absorbido a través de la piel. VLA-ED: 10 ppm 8 horas(s). VLA-ED: 50.1 mg/m³ 8 horas(s)</p>	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H228 Líquidos y vapores inflamables. H331 Tóxico en caso de inhalación. H315 Provoca irritación cutánea. H336 Puede provocar somnolencia o vértigo. H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P102 - Mantener fuera del alcance de los niños. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar. P280 - Llevar guantes/prendas y gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico: Líquido		Temperatura de autoignición: 228,85°C	
Densidad: No disponible		Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: 35°C	
Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.		Límites de explosión: Punto mínimo: 0,7% Punto máximo: 5%	
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> En caso de ventilación insuficiente, usar equipo respiratorio adecuado. Guantes químicamente resistentes. Guantes de nitrilo. Calzado de seguridad según Norma EN-196-01. Ropa de protección según Norma EN-340-93. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		Ficha de Datos de Seguridad	
Nombre del producto :	KERONAFTA A REFINERIA	Fecha de emisión:	08/10/2009.
Cod. CEPSA :	21380	Versión:	1
Controles de la exposición del medio ambiente :	Emisiones de los equipos de ventilación o de procesos de trabajo deben ser evaluados para verificar que cumplen con los requisitos de la legislación de protección del medio ambiente. En algunos casos será necesario el uso de eliminadores de humo, filtros o modificaciones del diseño del equipo del proceso para reducir las emisiones a un nivel aceptable.		

## 9. Propiedades físicas y químicas

### Información general

#### Apariencia

Estado físico:	Líquido. [Incoloro.]
Olor:	Hidrocarburo.
Punto de ebullición:	150 a 205°C (302 a 401°F)
Temperatura de inflamabilidad:	Crisol abierto: 41°C (105,8°F).
Límites de explosión:	Punto mínimo: 0,6% Punto máximo: 7,2%
Presión de vapor:	0,3 kPa (2,25 mm Hg)
Densidad relativa:	0,77 a 0,8
Solubilidad:	Muy ligeramente soluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.
Viscosidad:	Cinemática (40°C (104°F)): 0,00918 cm²/s (0,918 cSt)
Temperatura de autoignición:	245°C (473°F)

## 10. Estabilidad y reactividad

Estabilidad:	El producto es estable.
Condiciones y materiales que se deben evitar:	Reactivo o incompatible con los siguientes materiales: materiales oxidantes y ácidos. Manténgase alejado del calor y las llamas.
Productos de	En condiciones normales de almacenamiento y uso, no se deberían formar



		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA H238	LCO - LIGHT CYCLE OIL		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
   			
Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H228 Líquidos y vapores inflamables. H332 Nocivo en caso de inhalación. H315 Provoca irritación cutánea. H350 Puede provocar cáncer. H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos. H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P260 - No respirar los vapores. P280 - Llevar guantes/prendas y gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Temperatura de autoignición: No disponible. Densidad: No disponible. Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: >55°C Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente. Límites de explosión: Punto mínimo: 0.4% Punto máximo: 8%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria. Usar guantes impermeables resistentes a los productos químicos Según Norma EN-374-1-2-3:94. Gafas de seguridad Según Norma EN-166:01. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA H237	DIESEL OIL MARINO (MDO)		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
   			
Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H228 Líquidos y vapores inflamables. H332 Nocivo en caso de inhalación. H315 Provoca irritación cutánea. H351 Se sospecha que provoca cáncer. H373a Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas en contacto con la piel. H373b Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas por inhalación. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar. P261 - Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/a la niebla/los vapores/el aerosol. P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Temperatura de autoignición: No disponible. Densidad: No disponible. Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: >60°C Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente. Límites de explosión: Punto mínimo: 0.2% Punto máximo: 8%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Usar protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Usar guantes impermeables resistentes a los productos químicos Según Norma EN-374-1-2-3:94. Gafas de seguridad Según Norma EN-166:01. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 30004	<b>META-XILENO</b> Número de versión: 1 Fecha de validación: 23/10/2012
Clase de peligro  Peligro	Concentración Ambiental Admisible INSHI (España, 1/2012). Absorbido a través de la piel. VLA-ED: 50 ppm 8 hora(s). VLA-ED: 221 mg/m³ 8 hora(s). VLA-EC: 100 ppm 15 minuto(s). VLA-EC: 442 mg/m³ 15 minuto(s).
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H226 Líquidos y vapores inflamables. H312 Nocivo en contacto con la piel. H332 Nocivo en caso de inhalación. H315 Provoca irritación cutánea. H319 Provoca irritación ocular grave. H336 Puede irritar las vías respiratorias. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	<b>PREVENCIÓN</b> P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas y superficies calientes. - No fumar. P 343 Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas. P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección. P261 Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. P303+P361+P353 Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. (UIN - QH8 - Rev1/Rev2)(P301+P310) Lamer inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico. P331 No induzca al vómito. Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes. P231 - Mantener el recipiente herméticamente cerrado.
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Temperatura de autoignición: 527°C Densidad: 0,865 g/cm³ (25°C) Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: 27°C Solubilidad: No disponible. Límites de explosión: Punto mínimo: 1,1% Punto máximo: 7%	
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Si las condiciones de funcionamiento provocan altas concentraciones de vapor o se excede el TLV, utilice una carota de respiración de aire puro. Guantes de nitrilo. Gafas protectoras ajustadas. Use equipo protector adecuado. Calzado protector adecuado.	

FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 41012	<b>MARINE GAS OIL (MGO)</b> Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro  Peligro	Concentración Ambiental Admisible
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H226 Líquidos y vapores inflamables. H332 Nocivo en caso de inhalación. H315 Provoca irritación cutánea. H351 Se sospecha que provoca cáncer. H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas en contacto con la piel. H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas por inhalación. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	<b>PREVENCIÓN</b> P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar. P261 - Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Temperatura de autoignición: No disponible. Densidad: No disponible. Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado: 480°C Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente. Límites de explosión: Punto mínimo: 0,5% Punto máximo: 5%	
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Use guantes impermeables resistentes a los productos químicos. Según Norma EN-374-1-2-3:94. Gafas de seguridad. Según Norma EN-16001. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.	



CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 100000012	<b>NITRATO DE 2-ETILHEXILO (MICET UEE)</b>	Número de versión: 1	Fecha de validación: 18/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 <p>Atención</p>			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO:</b> H302: Nocivo en caso de ingestión. H312: Nocivo en contacto con la piel. H332: Nocivo en caso de inhalación. H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN:</b> P271 - Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado. P273 - Evitar su liberación al medio ambiente. P281 - Evitar respirar los vapores.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico: Líquido (Viscoso)		Temperatura de autoignición: 215°C	
Densidad: 0,96 A 20°C		Temperatura de inflamabilidad: 76 1°C	
Solubilidad: en agua 12,5 +(-) 2 mg/l		Límites de explosión: No determinado	
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Protección respiratoria: Si se supera el límite de exposición se utilizará mascarilla homologada, y en áreas que no estén bien ventiladas se deberá utilizar equipo de respiración autónoma. Protección de las manos: Utilizar guantes de Neopreno o Nitrilo. Protección de los ojos: Gafas de seguridad o pantalla facial para protección de ojos. Protección del cuerpo: Traje y zapatos de trabajo adecuados. Protección de los pies: Zapatos de trabajo adecuados.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 20560	<b>NAFTA FCC</b>	Número de versión: 1	Fecha de validación: 22/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
 <p>Peligro</p>			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO:</b> H226: Líquidos y vapores inflamables. H340: Puede provocar defectos genéticos. H350: Puede provocar cáncer. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.		<b>PREVENCIÓN:</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antideflagrantes.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico: Líquido		Temperatura de autoignición: No disponible	
Densidad: No disponible		Temperatura de inflamabilidad: Vaso abierto: <40°C	
Solubilidad: Insoluble en los siguientes solventes: agua fría y agua caliente		Límites de explosión: Punto mínimo: 1% Punto máximo: 8%	
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Guantes de PVA. Gafas de seguridad. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 21105	NAFTA PESADA		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
			
Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H225: Líquido y vapores muy inflamables. H315: Provoca irritación cutánea. H340: Puede provocar defectos genéticos. H350: Puede provocar cáncer. H361D: Se sospecha que afecta al feto. H335: Puede provocar somnolencia o vértigo. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Leer instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, flama abierta o superficies calientes. - No fumar. P250 - Llevar guantes y gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico:	Líquido.	Temperatura de autoignición:	No disponible.
Densidad:	No disponible.	Temperatura de inflamabilidad:	No disponible.
Solubilidad:	Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.	Límites de explosión:	No disponible.
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado. Guantes de nitrilo. Guantes de PVA. Gafas de seguridad. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 30000	NAFTA REFORMADA (AROMÁTICOS)		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
			
Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H225: Líquido y vapores muy inflamables. H315: Provoca irritación cutánea. H340: Puede provocar defectos genéticos. H350: Puede provocar cáncer. H361D: Se sospecha que afecta al feto. H335: Puede provocar somnolencia o vértigo. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Leer instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, flama abierta o superficies calientes. - No fumar. P250 - Llevar guantes y gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico:	Líquido.	Temperatura de autoignición:	No disponible.
Densidad:	No disponible.	Temperatura de inflamabilidad:	No disponible.
Solubilidad:	Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.	Límites de explosión:	No disponible.
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado. Guantes de nitrilo. Guantes de PVA. Gafas de seguridad. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			



		<b>FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO</b>	
Cod. CEPSA 30503		<b>ORTO-XILENO</b>	
Número de versión: 1 Fecha de validación: 23/10/2012			
<b>Clase de peligro</b>  <b>Peligro</b>		<b>Concentración Ambiental Admisible</b> (NSHT (España, 1/2012). Absorbido a través de la piel. VLA-ED: 50 ppm 8 hora(s). VLA-ED: 221 mg/m <sup>3</sup> 8 hora(s). VLA-EC: 100 ppm 15 minuto(s). VLA-EC: 442 mg/m <sup>3</sup> 15 minuto(s).	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H226: Líquidos y vapores inflamables. H312: Nocivo en contacto con la piel. H332: Nocivo en caso de inhalación. H315: Provoca irritación cutánea. H319: Provoca irritación ocular grave. H335: Puede irritar las vías respiratorias. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.		<b>PREVENCIÓN</b> P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, flamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antioctagantes. P233 - Mantener el recipiente herméticamente cerrado.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>			
Estado físico: Líquido.		Temperatura de autoignición: 483°C	
Densidad: 0,88 g/cm <sup>3</sup> (20°C)		Temperatura de inflamabilidad:	Vaso cerrado: 32°C Vaso abierto: 25°C
Solubilidad: No disponible.		Límites de explosión:	Punto mínimo: 0,9% Punto máximo: 6,7%
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Si la ventilación es insuficiente, utilice una careta de respiración que le protegerá del vapor orgánico, el polvo y el vaho. Utilizar guantes impermeables de caucho nitrilo. Gafas protectoras ajustadas. Equipo de protección individual Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Calzado protector adecuado.			



### Ficha de Datos de Seguridad

Nombre del producto :	PARA-XILENO	Fecha de emisión: 10/02/2012.
Cod. CEPSA :	30708	Versión: 3


#### SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

##### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

###### Apariencia

Estado físico	: Líquido.
Color	: Incoloro.
Olor	: No disponible.
Umbral del olor	: No disponible.
pH	: No disponible.
Punto de fusión/Punto de congelación	: -3°C
Punto de ebullición inicial e intervalo de ebullición	: 38°C
Temperatura de inflamabilidad	: Vaso cerrado: 27°C
Índice de evaporación	: 0,72 (acetato de butilo = 1)
Inflamabilidad (sólido, gas)	: No disponible.
Tiempo de Combustión	: No aplicable.
Velocidad de Combustión	: No aplicable.
Límites superior/inferior de inflamabilidad o explosión	: Punto mínimo: 1,1% Punto máximo: 7%

		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 40045	QUEROSENO -USO GENERAL		Número de versión: 1 Fecha de validación: 05/07/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
			
Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H228 Líquidos y vapores inflamables. H315 Provoca irritación cutánea. H336 Puede provocar somnolencia o vértigo. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		<b>PREVENCIÓN</b> P103 - Mantener fuera del alcance de los niños. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar. P280 - Llevar guantes/prendas y gafas/máscara de protección.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido Temperatura de autoignición: 226,65°C Densidad: No disponible Temperatura de inflamabilidad: Vaso cerrado <55°C Solubilidad: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente Límite de explosión: Punto mínimo: 0,7% Punto máximo: 5%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Use protección respiratoria adecuada si hubiera riesgo de sobrepasar cualquier límite de exposición. Guantes de PVA. Gafas de seguridad. Llevar prendas de protección. Calzado protector adecuado.			

		Ficha de Datos de Seguridad	
Nombre del producto : REFINADO		Fecha de emisión: 02/04/2007	
Cod. CEPSA	20059	Versión: 2	

## 9. Propiedades físicas y químicas

### Información general

#### Apariencia

Estado físico:	Líquido.
Olor:	Característico.
Temperatura de inflamabilidad:	Crisol abierto: -23°C (73.4°F)
Densidad relativa:	0.695 (Agua = 1)
Solubilidad:	Insoluble en agua fría, agua caliente.

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 20600	REFINADO PARAFINICO		Número de versión: 1 Fecha de validación: 22/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
  Peligro			
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H225: Líquidos y vapores inflamables. H340: Puede provocar defectos genéticos. H350: Puede provocar cáncer. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antiofegantes.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. [Incoloro] Densidad: 0,765 g/cm <sup>3</sup> (15°C) Solubilidad: Muy ligeramente soluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente. Temperatura de autoignición: 245°C Temperatura de inflamabilidad: Vaso abierto: 41°C Límites de explosión: Punto mínimo: 0,8% Punto máximo: 7,2%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Si las condiciones de funcionamiento provocan altas concentraciones de vapor o se excede el TLV, utilice una careta de respiración de aire puro. Guantes impermeables: caucho nitrilo. Gafas protectoras ajustadas. Use equipo protector adecuado. Calzado protector adecuado.			

CEPSA		FICHA DE RIESGO EN EL PUESTO DE TRABAJO	
Cod. CEPSA 30009	PETROSOL 95A TOLUENO		Número de versión: 1 Fecha de validación: 24/10/2012
Clase de peligro		Concentración Ambiental Admisible	
   Peligro		TOLUENO INSH (España, 1/2012). Absorbido a través de la piel. VLA-ED: 50 ppm 8 horas(s). VLA-ED: 100 mg/m <sup>3</sup> 8 horas(s). VLA-ED: 100 ppm 15 minutos(s). VLA-ED: 384 mg/m <sup>3</sup> 15 minutos(s).	
<b>INDICACIONES DE PELIGRO</b> H225: Líquido y vapores muy inflamables. H315: Provoca irritación cutánea. H335: Se sospecha que perjudica la fertilidad por inhalación. Se sospecha que daña al feto por inhalación. H336: Puede provocar somnolencia o vértigo. H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas por inhalación. H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.		<b>PREVENCIÓN</b> P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso. P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar. P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación, de iluminación y todos los equipos de manipulación de materiales antiofegantes. P260 - No respirar los vapores.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b> Estado físico: Líquido. Densidad: 0,867 g/cm <sup>3</sup> Solubilidad: Muy ligeramente soluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente. Temperatura de autoignición: 480°C Temperatura de inflamabilidad/Vaso cerrado: 4,4°C Vaso abierto: 6°C Límites de explosión: Punto mínimo: 1,1% Punto máximo: 7,1%			
<b>MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> Si la ventilación es insuficiente, utilice una careta de respiración que le proteja del vapor orgánico, el polvo y el vapor. Guantes de goma o sintéticos según Norma EN-374-1-2-3:94. Gafas protectoras ajustadas. Equipo de protección individual: Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Calzado protector adecuado.			



**1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA/PREPARACIÓN Y COMPAÑÍA/EMPRESA**

Nombre del Material	: WHITE SPIRIT ( BAJO CONTENIDO EN AROMÁTICOS)
Usos	: Disolvente industrial
Código del Producto	: Q3312, Q3327

**9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Aspecto	: Incoloro, Líquido.
Olor	: Parafínico.
Punto de ebullición	: Valor típico 162 - 192 °C / 324 - 378 °F
Punto de fusión/congelación	: No es aplicable.
Punto de inflamación	: Valor típico 41 - 42 °C / 106 - 108 °F (Abel)
Intervalo en el aire de explosión/infamabilidad	: 0,7 - 6,5 %(v)
Temperatura de auto ignición	: 296 °C / 565 °F (ASTM E-659)
	: 245 °C / 473 °F (DIN 51794)
Presión de vapor	: Valor típico 370 Pa a 20 °C / 68 °F
	: Valor típico 110 Pa a 0 °C / 32 °F
	: Valor típico 1.800 Pa a 50 °C / 122 °F
Densidad	: Valor típico 763 kg/m <sup>3</sup> a 15 °C / 59 °F (ASTM D-4052)
Solubilidad en agua	: Insoluble.
Solubilidad en otros disolventes	: Aromáticos Miscible.
	: Alifáticos Miscible.
Coefficiente de partición n-Octanol/agua	: 3,7 - 6,7
Viscosidad cinemática	: Valor típico 1,08 mm <sup>2</sup> /s a 25 °C / 77 °F
Densidad del vapor (aire=1)	: Datos no disponibles.



